دراسات

جيومورفولوجية

في مناطق مختارة من الأراضي المصرية والسعودية

تأليف

عزة أحمد عبد الله

استاذ الجيومورفولوجيا المساعد
كلية آداب بنها ـ جامعة الزقازيق

٢٠٠٤

الناشر منشأة المعارف بالاسكندرية
جلال حزى وشركاه



الناشر : منشأة المعارف ، جلال حزى وشركاه

٤٤ شارع سعد زغلول – محطة الرمل – الاسكندرية – ت/ف ٤٨٧٣٣٠٣/٤٨٥٣٠٥٥ الإسكندرية
٣٢ شارع دكتور مصطفى مشرفة – سوتير – الاسكندرية ت/٤٨٤٣٦٦٢/٤٨٥٤٣٣٨ الإسكندرية
الادارة: ٢٤ شارع ابراهيم سيد احمد – محرم بك – الاسكندرية ت/ف ٣٩٢٢١٦٤ الإسكندرية

اسم الكتاب : دراسات جيومورفولوجية فى مناطق مختارة من الأراضى المصرية والسعودية

اسم المؤلف : د.عزة احمد عبد الله

رقم الايداع : ٢٠٠٤/١٦٣٩٥

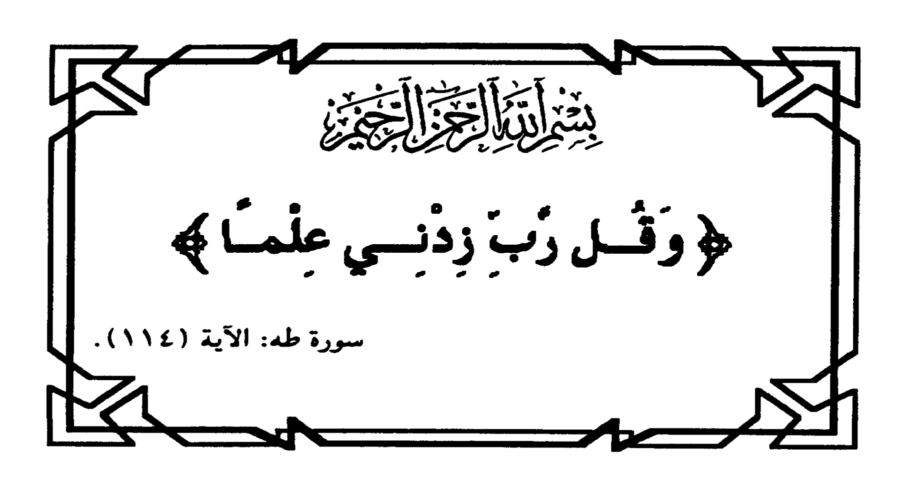
الترقيم الدولى : 3 – 1334 – 03 – 977

التجهيزات الفنية:

كتابة كمبيوتر : مكتب سلطان للكمبيوتر ت: ٥٤٤٩٣٠٥

تصميم غلاف : مكتب سلطان للكمبيوتر ت: ٥٤٤٩٣٠٥

طباعة : مطبعة سامى


بسم الله الرحمن الرحيم
﴿ وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْماً ﴾
سورة طه: الآية (١١٤).



تقديم:

يضم هذا الكتاب سبعة بحوث چيومورفولوچية تهتم بدراسة بعض الظاهرات الچيومورفولوچية الأكثر إنتشاراً فى النطاق الجاف الحالي، فى كل من جمهورية مصر العربية، والمملكة العربية السعودية، وهى دراسات چيومورفولوچية تحليلية لهذه الظاهرات من حيث نشأتها، وتطورها، والأهمية التطبيقية للظاهرة، والأخطار الچيومورفولوچية التى قد تنشأ عن بعض التغيرات المورفولوفوچية للظاهرة أو عن تطورها، وينقسم هذا الكتاب إلى جزئين هما:

الجزء الأول بعنوان دراسات چيومورفولوچية فى الأراضى المصرية ويضم أربعة بحوث، البحث الأول بعنوان مروحة وادي الحى دراسة چيومورفولوچية، ويتضمن هذا البحث دراسة الخصائص الطبيعية للمروحة، الخصائص العامة لرواسب المروحة، وشملت التحليل الحجمى للرواسب وتحليل الشكل، وأنماط الترسيب، والبنية الداخلية للمروحة، ثم دراسة لمورفولوچية سطح المروحة، كما شملت هذه الدراسة عرض عن أهمية الدراسة الچيومورفولوچية للمروحة، وأهم الأخطار الچيومورفولوچية التى قد تحدث على سطح المروحة.

البحث الثاني بعنوان الكهوف فى هضبة المقطم، وتشمل دراسة السمات الطبيعية لهضبة المقطم، العوامل المسئولة عن نشأة الكهوف فى الهضبة وتطورها، ثم دراسة للخصائص المورفولوچية للكهوف بالهضبة، وتختتم هذه الدراسة بعرض لأهم الأخطار الطبيعية الناجمة عن نشأة وتطور الكهوف وأهم الحلول المقترحة لمواجهة هذه الأخطار.

البحث الثالث بعنوان بعض التغيرات المورفولوچية فى دلتا النيل، ويضم هذا البحث موقع ونشأة الدلتا، العوامل المسئولة عن حدوث تغيرات مروفولوچية فى دلتا النيل، ثم عرض لبعض هذه التغيرات، وتنتهى هذه الدراسة بعرض لأهم الأخطار الچيومورفولوچية فى دلتا النيل، وأهم التوصيات والحلول المقترحة لمواجهة الأخطار الچيومورفولوچية التى تتعرض لها الدلتا فى الوقت الحالى.

البحث الرابع بعنوان الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل وتضم هذه الدراسة أهم السمات الطبيعية للمنطقة موضوع البحث، والخصائص المورفولوجية للأشكال الرملية، عوامل تكوين الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل، وأخيراً عرض للأهمية الإقتصادية للرمال فى المنطقة.

الجزء الثانى بعنوان دراسات چيومورفولوچية فى القسم الغربى من المملكة العربية السعودية. ويضم ثلاثة بحوث البحث الخامس بعنوان تحليل الخريطة الچيومورفولوچية لمنطقة السهل الساحلى من خور أبحر إلى خور السودة، وتضم الدراسة خطوات إعداد الخريطة الچيومورفولوچية، عرض لأهم الظاهرات الچيومورفولوچية الناتجة عن عمليات النحت والإرساب البحرى والنهرى والريحى.

البحث السادس بعنوان سبخات السهل الساحلى لمدينة جدة خصائصها الچيومورفولوچية وكيفية الإستفادة منها، وتضم الدراسة التوزيع الجغرافى للسبخات، الخصائص العامة للسبخات، عرض لنتائج التحليل الميكانيكى لرواسب السبخات، ودراسة للتتابع الطباقى لرواسب السبخات، أشكال السطح الدقيقة على سطح السبخات، وعوامل نشأتها، وأخيراً الإستخدام الإقتصادى الأمثل لأراضى السبخات.

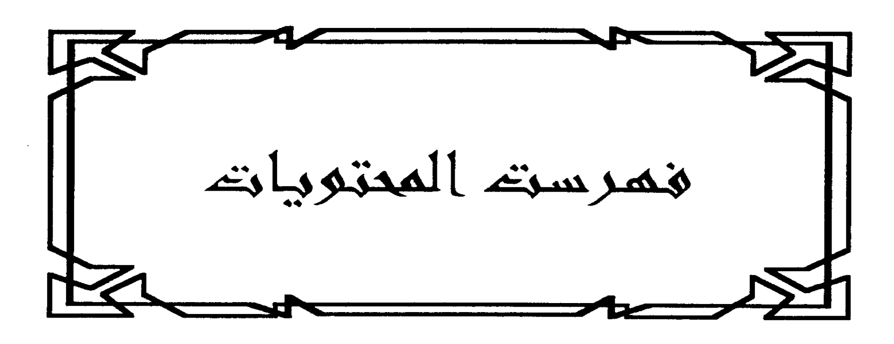
البحث السابع بعنوان أنماط المجارى المائية فى حوض وادى فاطمة، ويضم البحث دراسة للخصائص الطبيعية للوادى، ثم دراسة تحليلية لأنماط الأودية وتشمل النمط المستقيم، المتعرج، المنعطف، وأسباب نشأة المنعطفات.

والواقع أن هذا الكتاب محاولة من المؤلفة لجمع بعض الأبحاث التى قامت بكتابتها بهدف أن تكون فى متناول أيدى الباحثين فى مجال الدراسات الچيومورفولوچية.

والله ولي التوفيق

المؤلفة

د/ عزة أحمد عبد الله


فهرست المحتويات

الفهـــرس

الموضــــوع	الصفحة

الجزء الأول

دراسات چيومورفولوچية في الأراضي المصرية

الجزء الثاني

دراسات چيومورفولوچية في القسم الغربي من المملكة العربية السعودية

فهرس الخرائط والأشكال

الرقم	الشكل	الصفحة

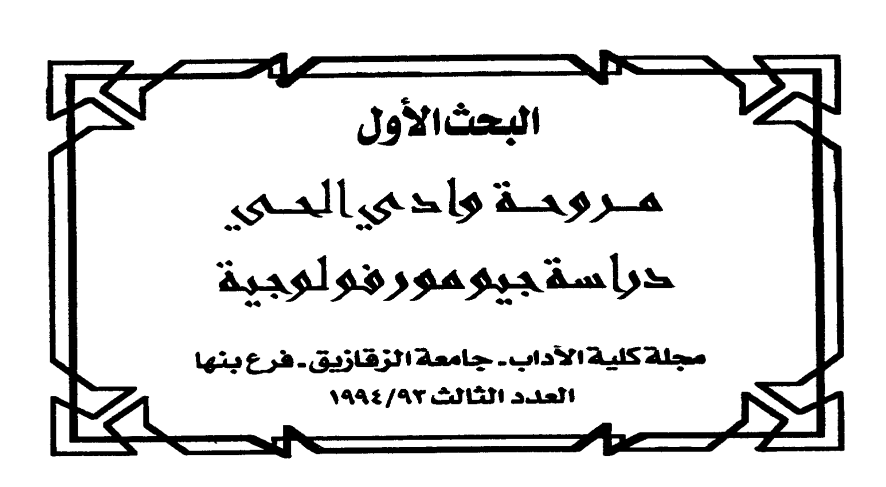
الرقم	الشكل	الصفحة
٥٥	نتائج التحليل الحجمي لرواسب السبخات في السهل الساحلي لمدينة جدة	٢٤٠
٥٦	التكرار المتجمع الصاعد لرواسب السبخات في السهل الساحلي لمدينة جدة	٢٤٦
٥٧	قيم معامل الاستدارة لرواسب السبخات في السهل الساحلي لمدينة جدة	٢٤٨
٥٨	العلاقة بين مقياس الإلتواء ومتوسط حجم رواسب السبخات	٢٥١
٥٩	التتابع الإستراتيجرافي لرواسب السبخات	٢٥١
٦٠	موقع حوض وادي فاطمة	٢٧٧
٦١	التكوينات الجيولوجية في وادي فاطمة	٢٧٩
٦٢	أنماط المجاري المائية في وادي فاطمة	٢٨٦
٦٣	النمط المنعطف في وادي فاطمة	٢٩٣

فهرس الصور الفوتوغرافية

الرقم	الصور	الصفحة

الجزء الأول

دراسات جيومورفولوجية في الأراضي المصرية


البحث الأول
مروحة وادي الحي
دراسة جيومورفولوجية
مجلة كلية الآداب - جامعة الزقازيق - فرع بنها
العدد الثالث ٩٣/١٩٩٤



مروحة وادى العى
دراسة جيومورفولوجية

تمثل المراوح الفيضية أكثر الظاهرات الجيومورفولوجية إنتشاراً فى الأقاليم الجافة وشبه الجافة. والمراوح الفيضية هى أحد الأشكال الناتجة عن إرساب المياه الجارية، فهى تتكون عند أقدام السفوح من المواد المختلفة التى تحملها مجارى الأنهار التى تقطع سفوح التلال أو الجبال المجاورة. (إمبابي، ١٩٧٣، ص٧٠). ويرى هوك (Hooke, 1978) أن المراوح افيضية هى نقطة نهاية نظام نحتى إرسابى (Bull. 1977. p.226) بينما يرى دينى (Denny, 1965. p.2) أن المروحة قسم رسوبى Depositional Segment بيدمونت، فهو يرى أن البيدمونت والمراوح تتكون أثناء عمليات الإرساب ونقل كميات من الأتربة والمفتتات إلى الحوض المجاور.

ويرجع تكوين المراوح الفيضية للعوامل التالية:

١ - تناقص الإنحدار عند المرور بقمة المروحة Apex.

٢- تناقص العمق Depth وسرعة التدفق والذى ينتج عنه زيادة فى العرض الذى ينتشر فيه التدفق فى المروحة.

٣- حدوث تسرب من الماء المتدفق يؤدى إلى تناقص كمية التدفق وينتج عن ذلك الإرساب (Bull, 1963. p.245).

الهدف من الدراسة:

تعتبر المراوح الفيضية من أكثر الظاهرات الجيومورفولوجية إنتشاراً فى جمهورية مصر العربية، وكما سبق أن أوضحنا فهى تمثل إحدى الظاهرات الناتجة عن إرساب المياه الجارية التى تحملها مياه الأنهار وترسبها عند أقدام السفوح. وبالتالى فهى تتكون من رواسب خشنة من الحصى والحصباء، ورواسب ناعمة من الرمال والطمى والصلصال. وعادة ما يتميز سطح المراوح بالإنحدارات الخفيفة. ومن ثم فهى تصلح للتوسع الزراعى

والعمرانى على الأقل فى الأجزاء الدنيا من المروحة ولهذا تهدف هذه الدراسة إلى ما يلى:

١- تحديد المناطق الصالحة للزراعة.

٢- تحديد المناطق التى تصلح للتوسع العمرانى.

٣- تحديد مدى الإستفادة من المياه الجوفية التى يمكن الإستفادة منها فى العديد من الأغراض.

٤- تحديد مدى إمكانية إستخدام رواسب المروحة كمواد للبناء.

موقع وادي الحي وملامحه العامة:

يقع وادى الحى إلى الشرق من وادى النيل وإلى الجنوب من مدينة حلوان بنحو ١١ كم وينبع وادى الحى من جبل الحى ويصب إلى الشمال من منطقة الصف عند السهل الفيضى لنهر النيل. ويبلغ أقصى ارتفاع لحوض الوادى ٥٠٥م فوق منسوب سطح البحر، بينما يبلغ أدنى ارتفاع للحوض ٤٤ متر فوق مستوى سطح البحر عند إلتقاء مروحة الوادى بالسهل الفيضى لنهر النيل.

يقع حوض وادى الحى بين دائرتى عرض ٣٠َ ٢٩ْ و٤٠َ ٢٩ْ، وبين خطى طول ٢٠َ ٣١ْ و٤٠َ ٣١ْ، ويحد الوادى شمالاً خط تقسيم المياه الذى يفصل بينه وبين وادى الهيرة، ويحده جنوباً خط تقسيم المياه الذى يفصل بينه وبين وادى الورح. ويتصل بالوادى العديد من الروافد نذكر منها وادى رزوم، وادى الصخرية، وادى أم رمث، هذا بالإضافة إلى عدد آخر من الروافد الثانوية. شكل(١).

يبلغ أقصى طول للمجرى الرئيسى لوادى الحى ٤٠كم وأقصى عرض ١٠ كم وتبلغ مساحة حوض الوادى ٢٠٢كم٢، بينما تبلغ مساحة مروحته موضوع الدراسة ٤٩كم٢. والإنحدار العام للوادى من الشرق إلى الغرب، ويبلغ معدل إنحدار الحوض ١١٦/١ بزاوية إنحدار قدرها ٠,٥ْ.



شكل (١)

موقع وادى الحى

التكوين الجيولوجى:

يتراوح عمر التكوينات الجيولوجية فى وادى الحي بين الأيوسين الأوسط والحديث، وأهم التكوينات الجيولوجية هى: (Said, 1962, p.217).

(١) تكوينات الأيوسين الأوسط Middle Eocene:

تتكون صخور الأيوسين الأوسط من حجر جيرى طباشيرى أبيض مع وجود طبقات مارلية أحياناً بالقرب من القمة، والحجر الجيرى صخرى صلب بلورى، ونظراً لتعرضه لعمليات التجوية فترة زمنية طويلة أدى ذلك إلى تحول لونه إلى اللون البنى أو الرمادى الغامق أو اللون الأسود وتشكل تكوينات الأيوسين الأوسط منابع وبعض الأجزاء الوسطى من مجرى وادى الحي.

(٢) تكوينات الأيوسين الأعلى Upper Eocene:

وهي تختلف عن إرسابات الأيوسين الأوسط فى أنها أكثر رملية وطفلية وتميل إلى اللون الداكن وهي تشكل الأجزاء الوسطى من مجرى وادى الحي روافده الجنوبية.

(٣) البليوسين Pliocene:

وهى تكوينات على شكل تتابع من الحصى يغطي طبقة رقيقة من الحجر الجيرى الأبيض إلى الرمادى، الصلب، (Pliestocene & HoloceneIbid. p.224).

(٤) البلايستوسين والحديث Pliestocene& Holocene :

وهى تشكل الأجزاء الدنيا من مجرى وادى الحي ومروحته وهى رواسب خشنة تتكون من الرمال بمختلف أحجامها والحصى والحصباء والجلاميد والصلصال.

الظروف المناخية الحالية:

تم الإعتماد فى هذه الدراسة على بيانات محطة أرصاد حلوان نظراً لأنها أقرب المحطات لمنطقة وادى الحي (Climatological Normals, 1975, pp.150-153).

الحرارة :

توضح تسجيلات درجات الحرارة لمحطة حلوان أن متوسط درجة الحرارة اليومى ٢١,٢°م، وكانت درجة الحرارة العظمى ٢٨°م والحرارة الصغرى١٥,٦°م، وكانت أدنى حرارة سجلت صفر مئوى فى ١٩٥٠/٦ ، وكانت أعلى درجة حرارة ٤٧,٥°م فى ١٩٣٣/١٣ .

الأمطار :

تشير تسجيلات المطر فى محطة حلوان أن متوسط كمية المطر السنوى ٢٣,٣مم، وأن الفصل الرئيسى للأمطار هو فصل الشتاء، وقد سجلت أقصى كمية للأمطار فى يوم واحد ٢٧,٥مم فى ١٩٤٥/٢٣ . وهذا يدل على زيادة كمية أمطار السيول على قدرة التربة على التسرب مما ينتج عنه حدوث جريان سطحى فى مجرى وادى الحى ومروحته عقب سقوط السيول الغزيرة، وقد يترتب على ذلك العديد من الأخطار الجيومورفولوجية الواضحة فى مجرى الوادى ومروحته.

الرياح :

يمثل إتجاه الشمال والشمال الغربى الإتجاهات الرئيسية للرياح فى محطة حلوان حيث تمثل ٢١,٤٪ و١٧٪ على التوالى من المجموع الكلى لإتجاهات الرياح فى محطة حلوان وتمثل سرعة الرياح ٧,٨ عقدة.

الرطوبة النسبية :

يبلغ المعدل السنوى للرطوبة النسبية ٥٧٪ بينما يتراوح المتوسط الشهرى لها ما بين ٣٦٪ و٥٧٪.

التبخر :

قدر المعدل السنوى للتبخر ١١,١مم، وترتفع معدلات التبحر خلال شهور الصيف لتصل إلى ١٤مم وتنخفض شتاءاً إلى ٦مم.

خصائص الرواسب السطحية للمروحة:

تتكون الرواسب السطحية للمروحة من رواسب ناعمة من الرمال والطمى والصلصال مع رواسب خشنة من الجلاميد والحصباء والحصى، وتعتبر دراسة هذه الرواسب السطحية من الدراسات الهامة عند دراسة المراوح الفيضية حيث إنها تشير إلى الخصائص العامة لهذه الرواسب من حيث الحجم، والشكل والتكوين الميولوجى وأنماط الترسيب التى كانت سائدة أثناء تكوين المروحة وكيفية ترسيب هذه الرواسب.

أولاً: الخصائص العامة لرواسب مروحة وادي الحى:

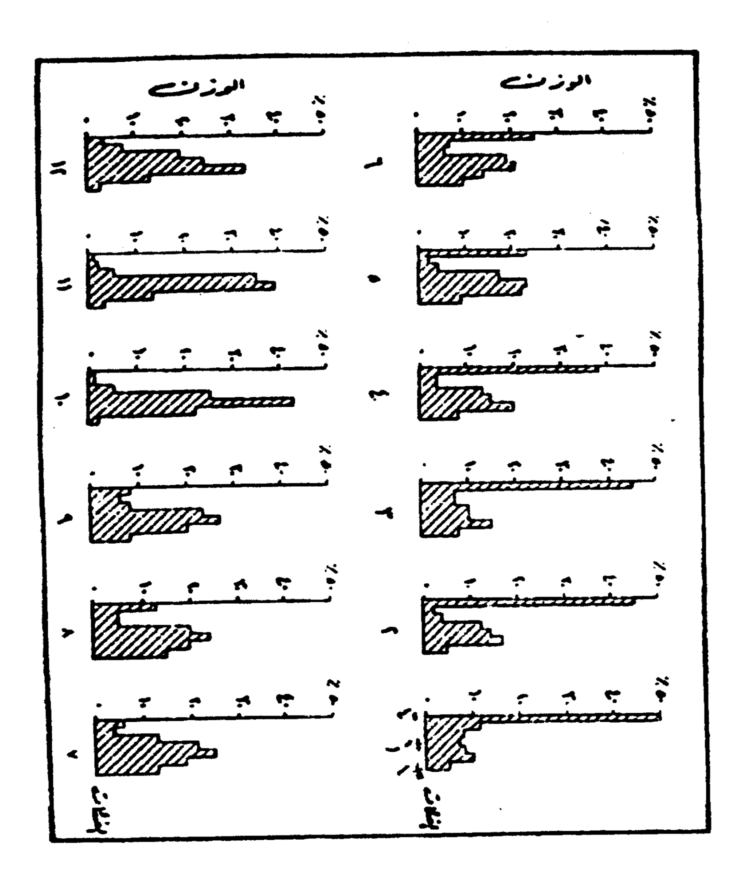
تهدف هذه الدراسة إلى إجراء تحليل وصفى كمي دقيق لرواسب المروحة من حيث الحجم والتصنيف والشكل والإستدارة والتكوين الميولوجي، كما أنها تهدف إلى التعرف على الخصائص الهيدرولوجية للمروحة أثناء مراحل تكوينها، وفى الوقت الحالى، ولتحقيق هذا الهدف تم جمع ١٢ عينة من الرواسب السطحية من مناطق مختلفة من المروحة شكل (٨) وتم تحليلها معملياً حيث تبين النتائج التالية:

(أ) التحليل الحجمي لرواسب المروحة :

عرف كرومبين (Krumbein, 1963, p.96) التحليل الحجمى للرواسب بأنه تصنيف الرواسب إلى فئات تبعاً لحجم الحبيبات وقد إستخدم فى هذا التحليل طريقة التحليل بالمناخل Sieve analysis كما تم الإعتماد على مقياس حجم الرواسب الذى وضعه ونتورث Wentwirth Index ومن الشكل رقم (٢) يلاحظ مايلى:

١ - إن العينات التى أخذت من قمة المروحة ترتفع فيها نسبة المواد الخشنة من الحصى (٤ م) حيث تراوحت نسبة المواد الخشنة من بين ٢٢,٩٪ إلى ٥٠,١٪ فى العينات رقم (١، ٢، ٣، ٤) جدول رقم (١).

ويرى بيتى (Beaty, 1963, p.534) أن إرساب مفتتات كبيرة الحجم على سطح المروحة يشير إلى دور محدود لإرساب المياه الجارية، وأن تدفق المفتتات يحدث فى البداية نتيجة لحدوث أمطار غزيرة فى فترة قصيرة فى الجبال، ويكون الإنسياب السطحى محدداً



شكل (٢)
نتائج التحليل الحجمى لرواسب مروحة وادى الحى

فى مجار رئيسية بينما تتبع المياه والمفتتات أى مسار أسفل سطح المروحة.

٢- تنخفض نسبة الحصى فى عينات وسط المروحة لتمثل ما يتراوح بين ٦ ٪ إلى ١١,٥ ٪ من إجمالى وزن العينات.

٣- تنخفض نسبة الحصى إنخفاضاً واضحاً فى عينات هامش المروحة لتتراوح بين ٠,٠٢ إلى ٧,٥٦٪ فى عينات (٩، ١٠، ١١، ١٢) مما يشير إلى تناقص حجم الرواسب الخشنة بصفة عامة من قمة المروحة نحو أطرافها.

٤- يمثل الرمل الناعم (فئة ٢/١م) القمة الثانية فى معظم العينات وخاصة فى عينات وسط ونهاية المروحة (عينات رقم ٧ إلى رقم ١٢) بينما يمثل الرمل الناعم جداً فئة (٨/١م) القمة الثانية فى عينات قمة المروحة (عينات من ١ إلى ٤).

٥- تراوح متوسط حجم حبيبات رواسب المروحة ما بين ٠,٠٦٣م إلى ٣,٦٣م وكان المتوسط العام لجميع العينات ١,٨٢م. وبصفة عامة يقل متوسط حجم العينات بالتدرج من قمة المروحة نحو أطرافها.

٦- من حساب قيمة الخطأ المحتمل لمتوسط حجم رواسب عينات المروحة بتطبيق المعادلة التالية: (Krumbein, 1934. pp. 199-204).

الخطأ المحتمل= ثابت كرومبين ٦٧٤٥, × الإنحراف المعياري Probable Error.

إتضح أنه= ٠,٦٨ وبالتالى يمكن القول بأن هذه العينات تمثل رواسب المروحة وتمثل النسبة المئوية لمتوسط حجم الرواسب ٠,٣٧٤[1].

٧- يشير التدرج فى حجم الرواسب من قمة المروحة نحو أطرافها على تغير طبيعة الجريان المائى الذى يكون جريان مركز عند قمة المروحة ثم يتحول إلى جريان غير مركز فى وسط المروحة وأطرافها، مع تناقص الإنحدار العام.

---

(١) النسبة المئوية لمتوسط حجم الرواسب = الخطأ المحتمل / المتوسط الحسابى

(٢) تصنيف الرواسب :

تم حساب معامل تصنيف الرواسب Sorting Cofficient بإستخدام معادلة تراسك (Trask, 1930. p.581).

$$\text{معامل التصنيف} = \sqrt{\frac{\text{الربيع الأعلي}}{\text{الربيع الأدنى}}}$$

ووفقاً لقيمة معامل التصنيف الذى وضعه تراسك للإرسابات تبين أن قيم معاملات التصنيف للعينات موضوع الدراسة تراوحت بين ١,٥٠ و١,٧١ ويمكن تصنيفها على النحو التالي:

أ- العينات رقم (١ و١٠) ذات تصنيف جيد Well Sorted.

ب- العينات رقم ٣ و٨ و٩ و١٢ ذات تصنيف متوسط Moderately.

ج- باقى العينات الأخرى ذات تصنيف سيئ Poorly Sorted.

وبذلك يتضح أن السمة الغالبة على عينات رواسب مروحة وادى الحى أنها ذات تصنيف سيئ وهذا يدل على مايلى:

أ- عدم حدوث إرساب بواسطة المياه الجارية الذى يؤدى إلى تصنيف متدرج للإرساب (Beaty, 1963. p533) مما يشير إلى أنها ناتجة عن ارساب التدفق السيلى Mudflow Deposits وهى تحدث عندما يكون السطح مكوناً من رواسب مفككة. وتكون السفوح ذات درجة انحدار تسمح بالنحت السريع للمواد (Bull, 1977, p.236).

ب- حدوث جريان مضطرب تختلف فيه السرعات مما يؤدى إلى اضطراب تصنيف الرواسب.

جـ- أن المواد المترسبة تنهال بسرعة كبيرة ولا تترك مجالاً للتيارات لتعمل على تصنيفها (الحمدان، ١٩٧٥، ص٦١).

د- أن طبيعة الجريان فى مجرى وادى الحى غير منتظمة، وأن الإرساب يتم عقب حدوث السيول مما يؤدى إلى وجود إرسابات ذات أحجام متنوعة (Ibrahim, 1968. p.87).

(٣) مقياس الإلتواء Skewness Index:

تم حساب مقياس الإلتواء بإستخدام معادلة تراسك:

$$\text{مقياس الإلتواء} = \frac{\text{الربيع الأدني} \times \text{الربيع الأعلي}}{\text{مربع الوسيط}}$$

ولقد تبين أن جميع منحنيات الرواسب غير متماثلة حيث أنها تتكون من رواسب خشنة بنسب تراوحت بين ١,٠٦ ٪ إلى ٥٠,١ ٪ مع وجود ذيل للمنحنيات نحو الأحجام الدقيقة والتى تراوحت نسبتها بين ٢,٢٨ ٪ إلى ١٥,٥٥ ٪ من إجمالى وزن العينات.

(٤) شكل الرواسب Shape Analysis:

تهدف دراسة شكل الحبيبات إلى:

أ- معرفة أصل شكل الحبيبة بعد النقل ومعرفة الخصائص الطبيعية لحبيبات الرواسب.

ب- معرفة إتجاه حركة نقل الحبيبات.

جـ- التعرف على البيئة المناخية بعد عملية الإرساب (David, 1977. p.111).

وسوف يتم فيما يلى دراسة شكل الحبيبات من خلال دراسة الإستدارة، التكور، التفرطح، الإستطالة، وتعتمد هذه الدراسة على قياس محاور الحبيبات ونصف القطر Radius of Curvature (Blenck, 1960).

الإستـــدارة:

تمت دراسة للحبيبات الخشنة بإستخدام مقياس باورز للإستدارة وهو مقياس مرئى

Visual Comparison ويتراوح فيه المدى بين الفئات من ٠,١٢ إلى ١ (Ibid. p.117) ومن الشكل رقم (٣) يلاحظ ما يلي:

١- تراوح متوسط الإستدارة للرواسب الخشنة في مروحة وادى الحي بين فئة حاد جداً (٠,١٢-٠,١٧) وفئة مستدير (٠,٤٩-٠,٧٠).

٢- ترتفع نسبة الحصى الحاد جداً وشبه الحاد في عينات رأس المروحة حيث بلغت النسبة في العينة رقم (١٠) ١٥,٢ ٪ و٢٠,٣ ٪ و٢٥,٣ ٪ على التوالي.

٣- ترتفع نسبة الحصى المستدير وشبه المستدير في عينات نهاية المروحة ارتفاعاً ملحوظاً حيث بلغت النسبة في العينة رقم (١٢) ٤٥,٣ ٪ و٤٢,٧ ٪ على التوالي.

٤- مما سبق يتضح أن نسبة استدارة الحصى تزيد في إتجاه أطراف المروحة.

٥- من دراسة العلاقة بين معامل الإستدارة ومتوسط حجم العينات تبين وجود علاقة فيما بينهما حيث تراوحت قيمة معامل الإرتباط بين ٠,٧٧ و٠,٩٢ وهي في هذا تتفق مع دراسة (Goudie and Watson, 1981) وتختلف عن دراسة إمبابي وعاشور، ١٩٨٥ ص٣٢) و(دسوقي، ١٩٠ ،ص١١).

٦- من حساب قيمة معامل الإختلاف Cofficient of Variation لتقدير قيمة تجانس قيم الإستدارة لعينات مروحة وادى الحي، تم تطبيق معادلة Lutting وهي:

$$\text{معامل الإختلاف} = ١٠٠ \times \frac{\text{الانحراف المعيارى}}{\text{المتوسط}}$$

ووفقاً للتصنيف الذى وضعه Lutting تكون قيمة استدارة رواسب مروحة وادى الحي أقل تجانساً Heterogeneous حيث كان قيمة معامل الإختلاف ٥٠,٦١ ٪ (Butzer, 1965. P.162).

التكور :

هو النسبة بين مساحة سطح الحبيبة والشكل المتكور (David, 1977 p.111) ولقد تم دراسة تكور حبيبات مروحة وادى الحى وفقاً لتصنيف زنغ Zingg`s Classification على أساس قياس الأبعاد الثلاثة للحبيبة وحساب العلاقة بين نسبة العرض/الطول ونسبة السمك/العرض (Ibrahim,. 1968.p89)

جدول رقم (١)

نسبة أشكال الحصي في مروحة وادي الحي

الشكل / الموقع	قرص	كروى	ورقى	قضيبى
رأس المروحة	٪١٦.٧	٪١٢.٢	٪٥.٨	٪٦٥.٦
هامش المروحة	٪٢٥.٨	٪١٠.٢	٪٨.١	٪٥٥.٩

ومن الجدول السابق يتضح أن الشكل القضيبي يسود على أشكال الرواسب الخشنة فى عينات رأس المروحة وهامشها حيث تراوحت نسبته بين ٥٥,٩ ٪ و ٦٥,٦ ٪ من إجمالى حجم العينات. يليه الشكل القرصى حيث تراوحت نسبته بين ١٦,٧ ٪ و ٢٥,٨ ٪ ثم الشكل الكروى وتراوحت نسبته بين ١٠,٢ ٪ و ١٢,٢ ٪ وأخيراً الورقي وكانت نسبته ٥,٨ ٪ و ٨,١ ٪ من إجمالى حجم العينات.

ومن دراسة العلاقة بين متوسط التكور ومتوسط حجم الرواسب تبين وجود علاقة ارتباط فيما بينهما حيث كانت قيمة معامل الإرتباط ٠,٦٣ .

التفرطح:

التفرطح هو العلاقة بين سمك الحبيبة والطول والعرض، وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد الحركة الشائعة لإنتقال حصى المروحة، ولتحقيق هذا الهدف تم الإستعانة بالجدول الذى وضعه بوتز لهذا الغرض (Butzer, 1965. p).

جدول رقم (٢)

حركة الحبيبات طبقاً لمعامل التفرطح

جـ / أ	جـ / ب	نوع الحركة السائدة
أقل من ٠,٥٠	أقل من ٠,٦٥	الإنـــــزلاق
٠,٥٠ - ٠,٦٠	٠,٦٥-٠,٧٥	الإنزلاق والتدحرج
أكثر من ٠,٦٠	أكثر من ٠,٧٥	التدحرج

من مقارنة قيمة معامل التفرطح الذى تراوحت فيه قيمة السمك/الطول بين ٠,٤٦ ، ٠,٨٠ وقيمة السمك/العرض بين ٠,٩٥ ، ١,٢٥ مع جدول بوتزر السابق الإشارة إليه يتضح أن الحركة السائدة لحصى مروحة وادى الحى هى التدحرج Rolling motion .

ثانياً: أنماط الترسيب

تعكس الخصائص العامة لرواسب مروحة وادى الحى أنها ترسبت على شكل شبكة من قنوات متشبعة Braided Distributary Channels مع وجود إرسابات مصنفة Sieve deposits تم تشكيلها لتكون الرواسب السطحية للمروحة من رواسب خشنة ومسامية (Bull, 1977. p.234).

ويرى بيتى (Beaty, 1963. p.533) أن وجود حقول من الكتل الخشنة مع قليل من المواد الناعمة يرجع إلى حدوث سيل فى فترة قصيرة إستطاع غسل المواد الناعمة بعيداً عن السطح.

ويمكن تقسيم عمليات الإرساب على سطح المروحة على النحو التالى:

(١) إرسابات غطائية Sheet of sediments وهى رواسب تم ترسيبها بواسطة أمواج من الماء إنتشرت من نهاية المجرى على سطح المروحة مما أدى إلى إمتلاء القنوات الضحلة على سطح المروحة سريعاً بالرواسب. ويتميز هذا النوع من الإرسابات بأنه متنوع وربما يكون طباقياً.

(٢) إرسابات مصنفة Sieve deposits ويرى هوك (Hook, 1967) إنها تكونت نتيجة لمرور الماء خلال أكثر من قناة حيث تعمل هذه القنوات كمصافى للماء حيث تنقل الرواسب الناعمة وترسب المواد الخشنة.

(٣) رواسب ناتجة عن تدفق المفتتات Debris flow deposits وتنتج هذه الرواسب عن النقص فى سرعة وعمق الجريان، ويمتاز هذا النوع من الرواسب بأنه مصنف ويرسب على شكل جسور طبيعية Levees مجاورة لقنوات المجارى التى تقطع سطح المروحة، ويسود هذا النوع من الرواسب بالقرب من قمم المروحة.

هذا ويشير وجود جلاميد مغطاة بالطمى ذات سطح أملس إلى حدوث تدفق حديث بالمروحة والذى حدث فى عام ١٩٦٢، وكان آخر سيل بالمروحة عام ١٩٩٠، (Bull, 1977, pp.234-236).

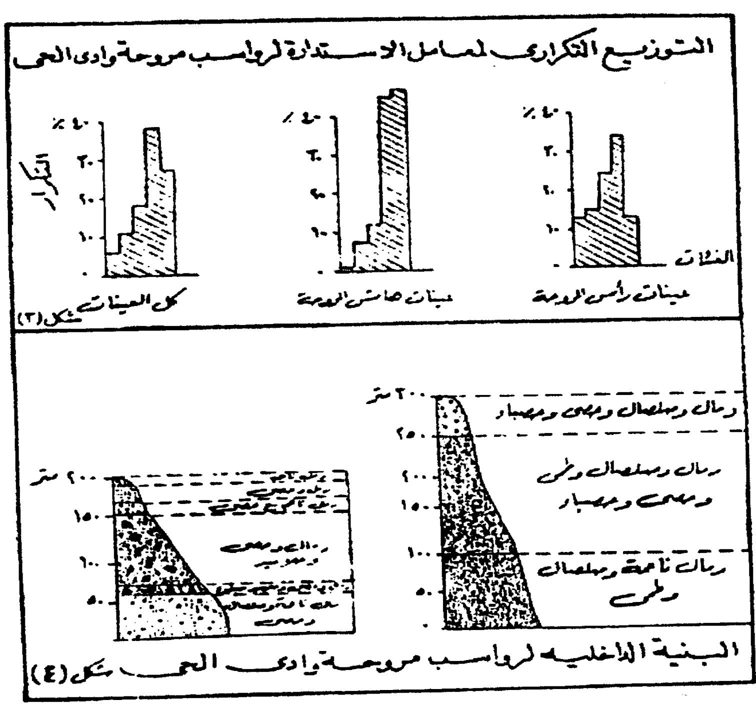
البنية الداخلية لمروحة وادي الحي: Stratigraphy of the Fan:

يعتبر العالم دريو (Drew, 1873) هو أول من إهتم بدراسة استراتيچية المراوح الفيضية. ثم تبعه بعد ذلك العديد من الباحثين مثل جلبرت (Gilbert 1890) ثم تيرا وبيترسون (Terra and Peterson 1939) ثم لوتيج (Lustig. 1956) وبان وبولار (Pain and Pullar, 1968).

ولقد تم دراسة البنية الداخلية لرواسب مروحة وادى الحى من خلال قطاعين رأسيين شكل (٤).

شكل (٣)

التوزيع التكرارى لمعامل الاستدارة لرواسب مروحة وادى الحى



شكل (٤)

البنية الداخلية لرواسب مروحة وادى الحى

قطاع رقم (١)

الموقع	مراحل الإرساب	سمك الرواسب (سم)	خصائص الرواسب
رأس المروحة	(٥)	٣٥	رواسب من الرمال والحصباء يتراوح حجم الحصي بين ٤مم و٦٤مم.
	(٤)	١٥	رمل ناعم تنخفض فيه نسبة الحصي مع صلصال وطمي ويتراوح حجم الحصي ما بين ٤مم، ١٢٨مم.
	(٣)	٩٥	رواسب من رمال وحصي وجلاميد يتراوح حجم الجلاميد بين ٢٥٦مم و٤٠٠مم.
	(٢)	١٥	رمال ناعمة وصلصال وطمي رواسب حصوية صغيرة يتراوح حجم الحصباء بين ٤ إلي ٨مم
	(١)	٦٠	رواسب من الرمال والزلط الخشن الكبير الحجم يتراوح حجمه بين ٦٤ إلي ١٢٨مم.

يتضح من القطاع رقم (١) ما يلي:

١- يتكون هذا القطاع من طبقات متتابعة تتكون من:

أ- مواد ناعمة من الرمال والطمي والصلصال.

ب- مواد خشنة من الجلاميد والزلط والحصباء.

٢- يشير تباين أحجام الرواسب بين الطبقات إلى حدوث مجموعة من دورات الإرساب تختلف فى نوع ما تحمله من رواسب من حيث النوع والحجم مما يشير إلى إختلاف قوة كل مرحلة من مراحل الإرساب، فإذا قسمنا الطبقات السابق

الإشارة إليها إلى مراحل إرساب تبدأ من أسفل إلى أعلى يلاحظ أن المرحلة الثالثة كانت أقوى المراحل وأطولها حيث تم فيها نقل وترسيب جلاميد كبيرة الحجم يزيد حجمها عن ٢.٥٦م. كما بلغ سمك هذه الطبقة ٩٥سم وهو أكبر سمك فى القطاع يليها فى ذلك المرحلة الأولى ثم الرابعة والخامسة.

قطاع رقم (٢)

الموقع	مراحل الإرساب	سمك الرواسب (سم)	خصائص الرواسب
نهاية المروحة	(٣)	٦٠ سم	رمال ناعمة وصلصال وطمي مع نسبة صغيرة من الحصي، والحصباء والتي يتراوح حجمها بين ٤-٣٢مم.
	(٢)	١٠٠ سم	رمال ناعمة وصلصال وطمي مع نسبة ضئيلة جداً من الحصى يتراوح جمه بين ٢-٤مم.
	(١)	١٥٠سم	رمال ناعمة وصلصال وطمى

من القطاع رقم (٢) يتضح ما يلى:

(١) يتكون هذا القطاع من ثلاث طبقات تتكون من نسبة كبيرة جداً من المواد الناعمة، من الرمال والطمى والصلصال مع نسبة ضئيلة جداً من الحصى والحصباء. مما يشير أيضاً إلى تتابع مراحل الترسيب كما سبق الإشارة فى القطاع السابق.

(٢) من مقارنة القطاع رقم (١) مع القطاع رقم (٢) يتضح:

أ- أن حجم الرواسب فى القطاع رقم (٢) أقل من القطاع رقم (١) ويرتبط هذا بطبيعة الإرساب من قمة المروحة إلى نهاية المروحة حيث يبدأ عادة

بالرواسب الخشنة عند القمة وتقل أحجام الرواسب كلما إتجهنا نحو أطراف المروحة.

ب- إن سمك الطبقات المكونة من المواد الناعمة يزداد فى نهاية المروحة حيث إزداد سمك الطبقات من ١٥، ٣٥، ٦٠ سم فى قمة المروحة إلى ٦٠، ١٠٠، ١٥٠سم فى نهاية المروحة.

مورفولوجية مروحة وادي الحي:

تشمل دراسة مورفولوجية مروحة وادى الحي مايلى:

أولاً: مساحة المروحة وعلاقتها بمساحة حوض التصريف.

ثانياً: خصائص سطح المروحة من حيث:

١ - تحليل درجات الإنحدار علي سطح المروحة.

٢ - درجة تقوس المروحة.

ثالثاً: أهم الظاهرات الجيومورفولوجية على سطح المروحة وتشمل:

١ - الأودية المتشبعة.

٢ - الجزر.

أولاً: مساحة المروحة وعلاقتها بمساحة حوض التصريف:

يرى بل (Bull, 1965. p.127) أن المراوح الفيضية والمجارى المرتبطة بها وأحواض التصريف تمثل نظاماً هيدرولوجياً مفتوحاً Open Hydrologic system ويتحكم فى مساحة وخصائص المروحة عدد من العوامل هى:

١ - المساحة.

٢- ليثولوجية منطقة التصريف المرتبطة بها.

٣- الغطاء النباتى.

٤- إنحدار وكمية تصريف المجرى النهرى.

٥- المناخ والعمليات التكتونية بالمنطقة.

٦- هندسية المراوح وحوض الإرساب.

ومن دراسة العلاقة بين مساحة المروحة موضوع الدراسة ومساحة حوض التصريف، تبين أن مساحة المروحة= ٤٩كم٢، وإن إجمالى مساحة حوض التصريف= ٢٠٢كم٢، وبذلك فإن مساحة المروحة ٢٤,٣٪ من إجمالى مساحة حوض التصريف وهذا يختلف عن ما توصل إليه دينى (Denny, 1965. p38) فى دراستـــه عن المـــراوح الفيضية فى Death Valley حيث وجد أن مساحة المروحة يتراوح بين نصف إلى ثلث مساحة حوض التصريف ويختلف أيضاً عن دراسات هوك Hook. (Bull, 1977, P. 247) وهو يرى أن حجم المروحة فى تكوينات الحجر الطينى والطفل يعادل ٦/١ حجم منطقة المنبع Source.

ولقد وضعت موريساوا (Morisawa) المعادلة التالية لتحديد العلاقة بين مساحة المروحة وحوض التصريف:

م.م. = ت × (م.ح) ن

حيث أن: م.م = مساحة المروحة

ت= رقم تقديري يتراوح قيمته بين ٠,١٥ و٢,١ وتكون القيمة كبيرة عندما يكون حوض التصريف كبير ومع إنخفاض درجة الإنحدار.

م.ح = مساحة حوض التصريف

ن = رقم ثابت قيمته ٠,٩

ومن تطبيق المعادلة السابقة علي مروحة وادي الحي كان ناتج المعادلة ٤٥,٤٥ كم٢ وهو رقم قريب من مساحة المروحة الذي تم قياسه من الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية وهو يشير إلي وجود علاقة بين مساحة المروحة ومساحة حوض التصريف.

ثانياً: خصائص سطح المروحة:

(١) درجات الإنحدار :

من دراسة درجات الإنحدار علي سطح المروحة يلاحظ ما يلي:

١- تتراوح زوايا الإنحدار علي سطح المروحة بين صفر° و٢٥°، تشكل الإنحدارات الخفيفة (صفر-٩°) ٨٣,٣ ٪ من إجمالي أطوال المسافات الأرضية والإنحدارات المتوسطة (١٠-٢٤)، ١٦,٧ ٪ من جملة أطوال المسافات الأرضية، وبهذا يتميز سطح المروحة بالإنحدارات الخفيفة شكل (٥).

٢- تسود الإنحدارات الخفيفة عند هامش المروحة حيث تتراوح زوايا الإنحدار عند الهامش في قطاع رقم ٤ و ٥ (صفر و٥°).

٣- تتمثل الإنحدارات المتوسطة في القطاعات رقم ١، ٢، ٣ من إجمالي أطوال المسافات الأرضية في القطاعات الثلاثة علي التوالي.

٤- تعد الزواية ٥° هي الزاوية المميزة في جميع القطاعات علي سطح المروحة حيث تمثل ١٧,٤ ٪ من جملة الأطوال، وتمثل ٣٣,٣ ٪ القطاع رقم (٣) عند رأس المروحة و٣٧,٧ ٪ في قطاع رقم (٤).

٥- تعتبر الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الإنحدارات الخفيفة هي صفر°، والزاوية الحدية العليا ٢° بينما تعتبر الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الإنحدارات المتوسطة للزاوية المميزة هي ١٠° الحدية الدنيا ١٤ والحدية العليا ١٢° شكل (٦).

(٢) درجة تقوس سطح المروحة:

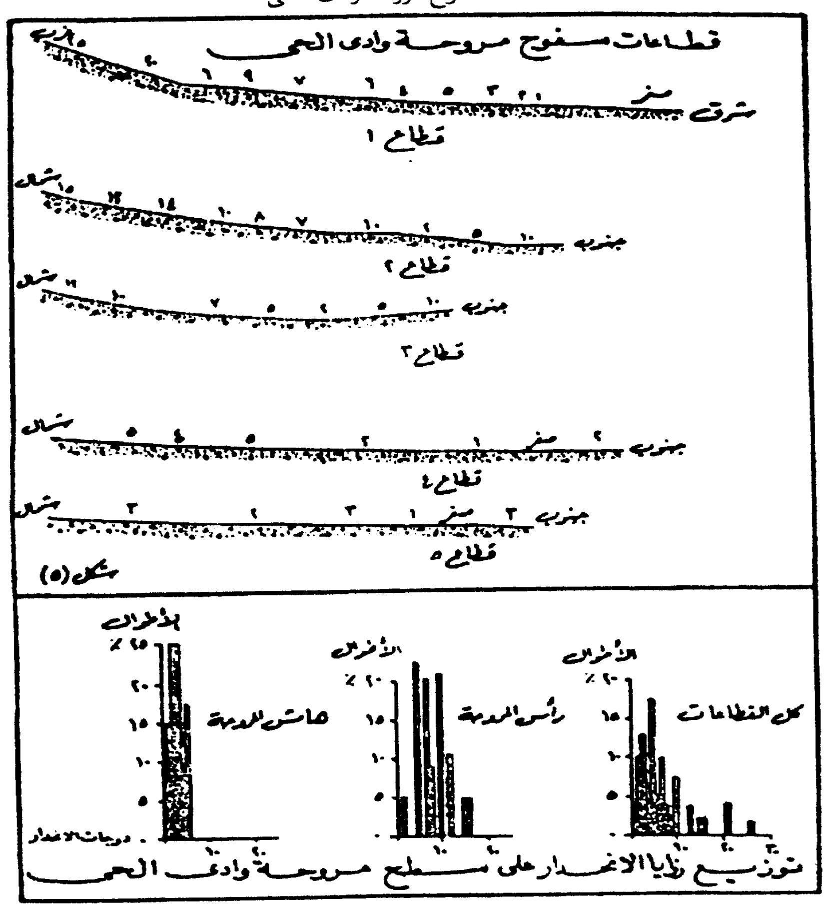
من تحليل قيم التقوس تبين:

(١) وجود ثلاث مجموعات رئيسية لقيم التقوس علي سطح مروحة وادي الحي وهي:

أ- المجموعة الأولي تشير إلي الأجزاء المستقيمة التي لا يتغير فيها الإنحدار وهي تشغل ٧,٣ ٪ من جملة الأطوال في جميع القطاعات، وتمثل ٦,٢٥ ٪ في

شكل (٥)

قطاعات سفوح مروحة وادى الحى



شكل (٦)

توزيع زوايا الانحدار علي سطح مروحة وادى الحى

رأس المروحة و٧,٧٪ في هامش المروحة.

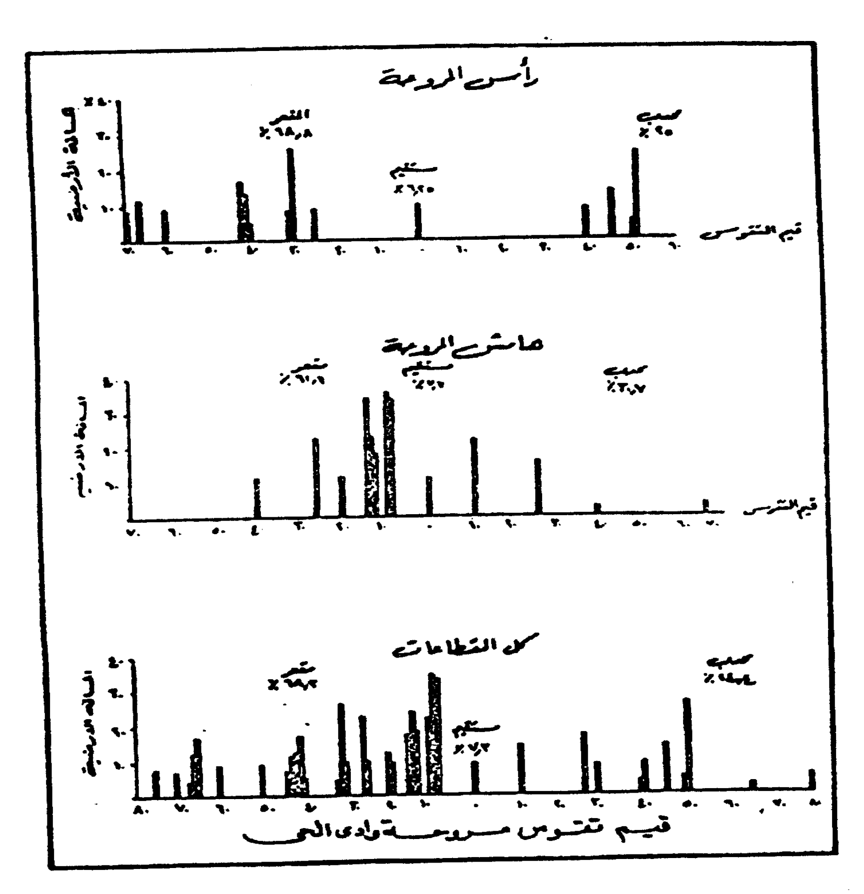
ب– المجموعة الثانية وهي مجموعة سالبة تضم العناصر المقعرة وتتراوح قيمها ما بين ٧ درجات و٧٦ درجة وتمثل ٦٨,٣٪ من جملة الأطوال في كل القطاعات و٦٨,٨٪ في رأس المروحة و٦١,٦٪ في هامش المروحة.

جـ– المجموعة الثالثة وهي مجموعة موجية وتضم العناصر المحدبة وتتراوح ما بين ٨ درجات و٨٠ درجة وهي تمثل ٢٤,٤٪ من جملة الأطوال في كل القطاعات و٢٥٪ في رأس المروحة و٣٠,٧٪ في هامش المروحة.

(٢) تنقسم مجموعة العناصر المقعرة إلي أربع مجموعات فرعية حيث تمثل التقوسات الحفيفة (١–٩ درجة) ٩,٩٪ من جملة أطوال العناصر المقعرة والتقوسات المتوسطة (١٠–٢٤ درجة) ,٤٣٪ والتقوسات الشديدة (٢٥–٣٩ درجة) ١٤,٦٪ والتقوسات الشديدة جداً (٤٠–٩٠ درجة) ٣٢,٤٪ من جملة الأطوال.

(٣) تنقسم مجموعة العناصر المحدبة إلي أربع مجموعات فرعية: تقوسات متوسطة من (١٠–٢٤ درجة) ١٥,٦٪ من جملة أطوال العناصر المحدبة والتقوسات الشديدة من (٢٥–٣٩درجة) ١٨,٨٪ والتقوسات الشديدة جداً (٤٠–٩٠ درجة) ٦٥,٦٪ من جملة أطوال العناصر المحدبة شكل (٧).

(٤) يري كل من دورنكامب وكنج (Doornkamp & King, 1971. p.138) أنه يمكن تحديد الشكل العام للسطح وذلك من خلال قسمة جملة أطوال العناصر المحدبة علي جملة أطوال العناصر المقعرة، وإذا كان ناتج القسمة أكبر من (١) يكون الشكل العام للسطح محدباً، وإذا كان ناتج القسمة أقل من (١) يكون الشكل العام للسطح مقعراً، أما إذا كان الناتج يساوي (١)، يكون الشكل العام للسطح محدباً مقعراً، ومن تطبيق هذه المعادلة تبين أن سطح المروحة يتخذ شكلاً مقعراً حيث كانت نسبة التحدب إلي التقعر= ٠,٤٥.



شكل (٧)

قيم تقوس مروحة وادى الحى

ثالثاً: أهم الظاهرات الجيومورلوجية على سطح المروحة:

(أ) الأودية المتشعبة :

يقطع سطح مروحة: وادي الحي عدد من الأودية المتشعبة شكل (٨) والمجرى المتشعب هو المجرى الذى ينقسم إلى عدد من المجارى تفصل فيما بينها الجزر أو الحواجز الرملية أو الحصوية (Ibrahim, 1975. p.139).

ويرجع وجود هذه الأودية المتشعبة علي سطح المروحة للأسباب التالية:

١- التغير فى الإنحدار، حيث تلتقى المجارى المنحدرة فى مناطق شديدة الإنحدار بسطح قليل الإنحدار تلقى رواسبها على شكل حواجز Bars تفصل بين المجارى وتبدأ معها عملية التشعب.

٢- كمية الرواسب ونوعيتها، فعندما تكون مواد القاع Bed load شديدة الخشونة، ومع إنخفاض طاق النهر لا تنقل هذه الحمولة وترسب المواد الخشنة، وبذلك تنشأ الحواجز التى تؤدى إلى حدوث عملية التشعب.

٣- كمية التصرف، مع زيادة تصريف النهر الذى يجرى فى تكوينات سهلة النحت يؤدى إلى زيادة حمولة القاع من الرواسب التى تم نحتها، ومع إنخفاض سرعة النهر عقب قمة الجريان تبدأ عملية إرساب الحواجز التى تؤدى إلى حدوث التشعب (Morisawa, 1968. pp. 147-148).

٤- وجود الحواجز الرملية والحواجز الحصوية أو الجزر (Leopold et.al 1964. p.284).

وتتميز القطاعات العرضية لهذه الأودية بأنها واسعة وضحلة، فأعماق هذه الأودية تتراوح بين ١، ٢م، ويتراوح عرضها بين ١٠ و٣٥متر، ومما ينبغى الإشارة إليه أن هذه الأودية المتشعبة قد تغير مجاريها عقب سقوط السيول.

(ب) الجزر الحصوية :

تنتشر على سطح مروحة وادى الحى عدد من الجزر الحصوية شكل (٨) وتتكون



شكل (٨)

مورفولوجية مروحة وادى الحى

هذه الجزر من رواسب حصوية خشنة كبيرة الحجم يتراوح حجمها بين أكبر من ٢٥٦م إلى ١٢٨م. تختلط بها رواسب ناعمة من الرمال المختلفة الأحجام، وتتراوح زاويا إنحدارها بين ٣° و١٢° على الجانبين والسطح شبه مستوى حيث تراوحت زوايا انحدار السطح بين صفر° و٢°.

وتتخذ الجزر الحصوية أشكالاً مختلفة بعضها يقترب من الشكل المستدير وبعضها شبه المستدير وبعضها يغلب عليه الشكل الطولي، حيث تبين أن نسبة ٦٥٪ من الجزر الحصوية المنتشرة بسطح المروحة ذات شكل طولي، ومن تطبيق المعادلة التالية: (دسوقي، ١٩٩٠، ص٢٣).

$$\text{شكل الجزيرة} = \frac{\text{أقصي عرض للجزيرة}}{\text{أقصي طول للجزيرة}}$$

تبين أن ناتج هذه المعادلة تراوح بين ٠,٢٥، ٠,٤٦ بينما باقي عدد الجزر يقترب من الشكل المستدير وشبه المستدير ويتراوح ناتج قسمة أقصى عرض علي أقصى طول بين ٠,٥٥ و٠,٦٥.

أهمية الدراسة الجيومورفولوجية لمروحة وادى الحى:

تهدف هذه الدراسة إلي تحديد العلاقة بين الخصائص الجيومورفولوجية لمروحة وادى الحى وإمكانيات إستخدامات البيئة بها، ومما لا شك فيه أن تحديد موقع الظاهرة وخصائصها والأنماط المكانية هامة وضرورية فى مشروعات التخطيط وغيرها من مشروعات استغلال البيئة، كما أنها تمكن من تحديد أفضل الطرق الإقتصادية للإستخدام الأمثل للمنطقة، ولهذا تعد الدراسات الجيومورفولوجية هى الخطوة الأولى والهامة نحو التعامل مع مشاكل البيئة المتعددة من خلال تحديد شكل السطح والعمليات الجيومورفولوجية التى تؤثر فيه ومدى الإستفادة منه.

(Cook & Doornkamp, 1977. p.352)

وتتمثل أهمية الدراسة الجيومورفولجية للمراوح الفيضية فيما يلى:

١- تمثل المياه المتسربة من سطح المراوح الفيضية مصدراً متجدداً للخزانات الجوفية.

٢- تفيد دراسة بنية المروحة فى جانب الدراسات الهندسية مثل نظم نقل المياه.

٣- الغمر الذى يحدث بفعل المجارى التى تقطع سطح المروحة قد يهدد المزارعين أو مراكز العمران المقامة على سطح المروحة.

ويمكن الإستفادة من الدراسة الحالية من خلال الجوانب التالية:

(ا) المجال الزراعى :

تمثل مناطق الإرسابات الرملية في المراوح الفيضية وخاصة فى الإنحدارات السفلية أفضل أنواع التربة الزراعية، حيث إن هذه التربة عادة ما توجد أعلى إرسابات الرمال وحصى المروحة المشبعة بالمياه اللازمة للزراعة. ومن الدراسة السابقة يلاحظ أن مروحة وادي الحى بها مساحات كبيرة جداً صالحة للزراعة وذلك نتيجة لتوافر التربة الصالحة للزراعة حيث إتضح من الدراسة السابقة سيادة نسبة الرواسب الناعمة فى العينات التى تم تحليلها معملياً، هذا إلى جانب توافر المياه السطحية والباطنية بالمنطقة حيث يمر عند الهامش الغربى للمروحة ترعة الحاجر، ويمكن عن طريق شق ترعة فرعية منها يتم توصيل المياه إلى المنطقة موضوع الدراسة. هذا إلي جانب توافر المياه الجوفية بالمروحة، حيث إتضح من الدراسة الميدانية وجود عدد من الآبار بالمنطقة والتى يتراوح عمقها بين ٧ إلي ٩ متراً وبعضها يتراوح عمقها بين ٤٥ متراً و٧٠متراً. وتستخدم مياه بعض هذه الآبار كمياه للشرب، أما مياه الآبار التى ترتفع فيها نسبة الملوحة يتم خلطها بمياه من النيل لرى الأراضى الزراعية بالمنطقة.

ولقد تم بالفعل زراعة بعض أجزاء من سطح المروحة معتمدين فيها على المياه الجوفية وتستخدم طريقة الري بالتنقيط ومن أهم المحاصيل الزراعية بها البرتقال والزيتون والعنب والمانجو والخضروات.

(٢) المجال العمراني :

كما سبقت الإشارة فإن سطح المروحة خفيف الإنحدار وبالتالى فهو يصلح للتوسع العمرانى، كما يمكن توفير الخدمات اللازمة لمناطق العمران من كهرباء ومياه وغيرها، أما فى الوقت الحالى فإن مراكز العمران تنتشر عند هامش المروحة فقط.

(٣) توفير مواد البناء :

يمكن إستخدام إرسابات المروحة كمواد بناء مثل الرمال والحصى والجلاميد وفى الوقت الحالى يتم بناء المساكن بالمنطقة من الطوب اللبن وبعضها من الطوب الأحمر، وإن كانت الغالبية العظمى من المساكن تبنى من الطوب اللبن.

الأخطار التى قد تحدث في المروحة وكيفية تجنبها :

١ - قد تتعرض مناطق المراوح الفيضية لحدوث الإنهيارات الأرضية

Subsidence land (Bull, p.261)

ويمكن تحديد المواقع التى تتعرض لحدوث مثل هذه الإنهيارات لتحديد مناطق بناء المساكن بعيداً عنها بالإضافة إلى تجنب مد الطريق بالقرب منها، وعادة ما تحدث هذه الإنهيارات عند مناطق رأس المروحة.

٢ - قد يتعرض سطح المروحة لحدوث الفيضانات التى تحدث عقب السيول وهى تهدد الأراضى الزراعية والطرق، ويرى .Bull (Ibid. p.261) أنه يجب أن تكون الطرق على نفس مستوى سطح المروحة، وذلك لأن الطرق التى توجد على منسوب أقل من منسوب سطح المروحة قد تتعرض للإطماء، أما التى توجد على منسوب أعلى فقد يدمرها الفيضان.

ويمكن تجنب حدوث أخطار الفيضانات عن طريق حفر مجرى لتجميع مياه السيول وإلقائها فى النيل ويقترح أن يبدأ المجرى من رأس المروحة وينتهى عند ترعة الحاجر على الهامش العربى للمروحة.

رقم العينة	الوزن	وزن حجم الحبيبات ٪							الوسيط	المتوسط الحسابي	Q_1	Q_3	معامل التصنيف	مقياس الإلتواء
		حصى ٤مم	رمل خشن جدا ٢مم	رمل خشن ١مم	[illegible]متوسط $\frac{1}{2}$	رمل ناعم $\frac{1}{4}$	رمل ناعم جدا $\frac{1}{8}$ مم	طمى خشن $\frac{1}{16}$ ١مم						
١	١٠٠جم	٥,٠٥	١١,٢١	٨,٣٤	٧,٣٤	٧,٨٧	١٠,٤٨	٤,٧١	٦١,٢٦	٣,٦٢	٠,٢٩	٣,٧٥	١,٨٦	٠,٠٠٠٢
٢	١٠٠جم	٤٥,٢٣	٢,٩١	[illegible]	[illegible]	[illegible]	١٧,٥٢	٥,٢٣	٢٦,٠٦	٣,٠٦	٠,٠٧٤	٢,٣٥	٦,٧٣	٠,٠٠٠٣
٣	١٠٠جم	٤٥,٢١	٥,٩٩	[illegible]	[illegible]	[illegible]	١٤,٠٣	٨,٥٥	٢٩,٦٢	٣,١٥	٠,١٧٨	٣,٣٤	٤,٣٣	٠,٠٠٠٦
٤	١٠٠جم	٣٧,٦٥	٢,٨٧	[illegible]	[illegible]	[illegible]	٢٠,٥٣	٨,٠٦	١٤,٠٣	٢,٦٣	٠,١٩٩	٣,٠٠٨	٣,٨٩	٠,٠٠٣
٥	١٠٠جم	٢٢,٩	٢,٩٣	[illegible]	[illegible]	[illegible]	٢٢,١٥	٩,٠٣	٢٥,٤٣	١,٨٢	٠,٠٧٨	١,٨٦	٤,٨٨	٠,٠٠٠٢
٦	١٠٠جم	٢٤,٤٧	٦,٩٢	[illegible]	[illegible]	[illegible]	١٣,٧١	٩,٨٣	[illegible]	٢,٠٦	٠,٠٧٤	٤,٤٠	٧,٧١	٠,٠٠٠٧
٧	١٠٠جم	٦	٣٠,٧٤	[illegible]	[illegible]	٢٥,١٢	[illegible]	١٣,٢٩	١٦,١٥	٠,٩٩	٠,٠٦٧	١,٣٤	٤,٤٧	٠,٠٠٠٣
٨	١٠٠جم	١١,٥٠	٤,٥٧	٤,٥٦	٢٠,١٠	٢٣,٤٥	٢٠,٢٧	١٥,٥٥	١٧,٨٣	١,٢٤	٠,٠٥	٠,٣٩	٢,٧٩	٠,٠٠٠١
٩	١٠٠جم	٧,٥٦	٥,٩٢	٨,٣٠	٢٣,٣٢	[illegible]	٢٠,١٢	٨,٢٨	١٤,٢١	١,١٢	٠,٠٨٦	٠,٦٨٠	٢,٨١	٠,٠٠٠٢
١٠	١٠٠جم	١,٠٦	١,١٦	٤,٧٤	٢٥,٣٣	[illegible]	٢١,٧٨	٨,٢٨	١٨,٥٦	٠,٦٣	٠,١٢٩	٠,٢٩٠	١,٥٠	٠,٠٠٠١
١١	١٠٠جم	٠,٠٢	٢,٦٤	٦,٤٥	٣٥,٦٨	٣٨,٦١	١٢,١٩	٣,٤١	٢٦,١	٠,٧	٠,١٢٧	٠,١٢٧	٦,٢٣	٠,٠٠٠١
١٢	١٠٠جم	٢,٥٤	٦,٥٧	١٨,٥٩	٢٣,٦٧	٣٢,٧٣	١٢,٦٤	٣,٢٦	١٥,٦٢	١,٠٢	٠,٠٩٥	٠,٠٩٥	٣,٠٠٧	٠,٠٠٠٣

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

١- امبابي، نبيل سيد، (١٩٧٢):

«اشكال السفوح» مجلة الجمعية الجغرافية العربية، المجلد الخامس، القاهرة.

٢- امبابي، نبيل سيد، وعاشور، محمود (١٩٨٥):

«الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر» الجزء الثاني، مركز الوثائق والبحوث الإنشائية، جامعة قطر، الدوحة.

٣- جودة، جودة حسنين، (١٩٧٠):

«طرق بحث بتروجرافية للدراسة الجيومورفولوجية» مجلة الجمعية الجغرافية المصرية العدد الثالث، القاهرة.

٤- حمدان، عبد الله العقيل، (١٩٧٥):

«الصخور الرسوبية»، الرياض.

٥- دسوقي، صابر أمين سيد، (١٩٩٠):

«مورفولوجية مروحة وادى الرشراش بالصحراء الشرقية» نشرة دورية محكمة يصدرها قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة المنيا، المجلد الرابع، العدد الثامن.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1- Beaty, C.B., (1963):

"Origin of Alluvial Fans, with Mountains, California, And Nevada," Anns, Asoc. Amer Geog. Vol. 53.

2- Bull, W.B., (1963):

"Alluvial Fan Deposits in Western Freson Country, California", Jour. Geolog. 71, The Univ. of Chicago. PP. 243-251.

3- ...., (1977):

" The Alluvial Fan Environment." In "Progress In physical Geography," By Edward Arnold. Rol.1.No.2.

4- Butzer, K.W., (1965):

"Environment and Archeology: An Introduction to pleistocene Geography" Methuen and Co. Limited. London.

5- Favid. B., (1977):

"Sediments: Sources and Methods In Geography" First Pub. London.

6- Doorn Kamp. J.C., & king, C.A., (1970):

"Numerical Analysis. In Geomorphology" Butier & Tanner, Ltd., London.

7- Gouidie, A., and Watson, A., (1981):

"The shapes of Desert and Dune Grains", Journal of Arid Environment. 4.pp. 195-190.

8- Ibrahim, S.H., (1968):

"Aspests of the Geomorphological Evaluation of the Nile Valley In the Qena Bend Area" Ph. D. Thesis Univ. of New Castle. Tyne. U.K. (Unpub).

9- Krumbein, W.C., (1934):

"The Probable Error of Sampling. Sediments of Mechanical Analysis, Amer". Jour. Soc. Vol. 27. pp. 204-214.

10- ...., (1963):

"Measurement And Geological Significance of Shape And Roundness of Sedimentary Particles". Jour. Sedmentary, Pet. Vol. 11. pp .64-72

11- Ministry Of Military Production, Metreorological Department (1975):

"Climatological Normals for United Arab Republic", Cairo.

12- Morisawa, M.E., (1985):

"Rivers: Forms And Process", Clayton, London New York.

13- Said, R., (1962):

"Geology of Egypt", New Amesterdam.

14- ...., (1981):

"The Geological Evolution of the River Nile", New Yourk.

15- Trask, M.R., (1930):

"Mechanical Analysis. of Sediments By Centrifuge" Jour. Geol. Vol. 25.

16- Wadell, H., (1933):

"Sphericity And Roundnes, of Rock Particles", Jour Geol. Vol., 41. pp. 310-337.

17- Young, A., (1972):

Slopes, "Longman".



البحث الثاني

الكهوف في هضبة المقطم والأخطار الناتجة عنها

المؤتمر السنوي لإدارة الأزمات والكوارث

جامعة عين شمس ١٩٩٩



الكهـوف فـى هضبـة المقطـم
والأخطار الناتجة عنها

مقدمة:

إهتمت الدراسات في الأونة الأخيرة بالكوارث الطبيعية لما نتج عنها من أخطار تهدد حياة الإنسان في كل مكان، في محاولة للتعرف علي أسباب حدوث هذه الكوارث، ومحاولة التنبؤ بها قبل حدوثها، للحد من الأخطار الناجمة عنها.

وتمثل هضبة المقطم نظراً لموقعها بالقرب من مدينة القاهرة، ولوجود مدينة المقطم أعلي هذه الهضبة، والتوسع العمراني العشوائي بالمنطقة، أهمية خاصة للدراسة، نظراً لما قد حدث من كوارث طبيعية بالمنطقة، ومن المتوقع تكرار حدوث كوارث أخرى بها. ويرتبط حدوث هذه الكوارث بالهضبة بطبيعة التطور الچيومورفولوچي والچيولوچي بالمنطقة والمرتبط بخصائص البنية الجيولوجية، والتوسع العمرانى العشوائى، وسوء إستخدام الإنسان للبيئة.

ولقد إهتمت أكاديمية البحث العلمى والتكنولوچى بإجراء الدراسات التى أشارت إلى مناطق الأخطار بهضبة المقطم وذلك بناء على دراسات جيولوجية وجيوفيزيقية.

ويهتم هذا البحث بدراسة ظاهرة چيومورفولوچية بهضبة المقطم، لم يتم دراستها من قبل الدراسات السابقة، وهى ظاهرة الكهوف، لمعرفة أسباب تكوينها، ومراحل تطورها والأخطار الطبيعية الناتجة عنها.

الكهوف caves هى ممرات طبيعية تمتد تحت سطح الأرض فى جوف الصخور الجيرية العظيمة السمك على شكل فجوات أو فتحات عظمى ذات إمتداد أفقى أو رأسى. وعادة ما ينجم عن تكوين وإتساع الكهوف إضعاف للطبقات العليا من السطح، مما قد يؤدى إلي هبوطها إلي أسفل. وقد تضعف الطبقة الحاملة للمباني فى حالة تكوين كهوف أسفلها، مما يؤدى إلى تشقق المنازل وإنهيارها، وبالمثل إذا تكونت

الكهوف أسفل الطبقات السفلية للطرق الرئيسية تتشقق هذه الطرق وتنهار، وتتعرض السيارات التى تمر بهذه الطرق للخطر.

أهداف الدراسة:

تهدف دراسة الكهوف فى هضبة المقطم إلى أربعة أهداف رئيسية هى:

(١) دراسة السمات الطبيعية لهضبة المقطم، وذلك لتحديد العوامل المسئولة عن نشأة الكهوف وتطورها.

(٢) دراسة الخصائص المورفولوچية للكهوف بهضبة المقطم، لتوضيح التوزيع الجغرافى لها.

(٣) تحديد درجة خطورة الكهوف التى تكونت بالفعل، ثم تحديد المناطق المعرضة للخطر نتيجة تكوين كهوف تحت السطح.

(٤) إقتراح الطرق التى يمكن من خلالها الحد من الأخطار الناجمة عن تكوين الكهوف التى تكونت فعلاً، وطرق منع نشأة الكهوف.

الدراسة الميدانية :

مرت الدراسة الميدانية لهضبة المقطم بمرحلتين أساسيتين هما:

المرحلة الأولى:

وهى مرحلة الإستطلاع، والهدف منها التعرف على السمات العامة لسطح المنطقة، تحديد موقع الكهوف التى سيتم دراستها دراسة ميدانية، محاولة التعرف على العوامل المسئولة عن نشأة الكهوف وتطورها، ملاحظة خصائص البنية الچيولوچية للهضبة وعلاقتها بتكوين الكهوف.

المرحلة الثانية:

مرحلة الدراسة الفعلية، وتم فيها قياس أبعاد ثمانية كهوف، حيث تم قياس أطول محور للكهف (الطول)، وأصغر محور للكهف (عرض الكهف)، ثم قياس عمق الكهف. كما تم تحديد شكل مدخل كل كهف، وأشكال السطح الدقيقة داخل الكهوف.

وفي هذه المرحلة تم تسجيل المعلومات الخاصة بالبنية الجيولوجية مثل نظم الفواصل والشقوق والفوالق وتحديد إتجاهاتها، وإتساعها وعلاقتها بتكوين الكهوف. وأيضاً تم تسجيل المعلومات الخاصة بنوع التكوين الجيولوجي والتتابع الاستراتيجرافي للتكوينات وعلاقته بتكوين الكهوف وشكلها.

أولاً: السمات الطبيعية لهضبة المقطم

الموقع:

تمثل هضبة المقطم من الناحية البنيوية والطبوغرافية كتلة عالية تقع شرق مدينة القاهرة، ترتفع تدريجياً فوق سهل العباسية فى الشمال، لتنتهى جنوباً شرق المعادى. وتتخذ هضبة المقطم شكل رباعى الأضلاع، محوره الطولى يمتد فى الإتجاه شمالى غرب- جنوب شرقى، موازياً لإتجاه الصدوع الأساسية فى شمال غرب هضبة الحجر الجيرى الشرقية.

يحد هضبة المقطم خطى عرض ٣٠° شمالاً من جهة الجنوب، ٣َ ٣٠° شمالاً من جهة الشمال، ويحدها خطى طول ٢٠َ ٣١° شرقاً من جهة الشرق، ١٥َ ٣١° شرقاً من جهة الغرب.

من حيث الموقع الجغرافى يحد هضبة المقطم من الشمال الجبل الأحمر، ومن الغرب منطقة القاهرة الحضرية، ومن الجنوب منطقة منخفضة طبوغرافيا يشغلها أخدود المعادى، ومن الشرق السهول الحصوية التى يغطيها رمال وحصى الأوليجوسين. وبذلك تمتد هضبة المقطم بين منخفضين يمتدان فى الإتجاه شرق-غرب. المنخفض الشمالى هو منخفض مدينة نصر، والجنوبى منخفض دجلة المعادى.

جيولوجية المنطقة:

تنقسم دراسة جيولوجية هضبة المقطم إلى:

(١) التكوين الجيولوجي: تمثل كتلة هضبة المقطم حافة إمتداد strike escarpment من الصخور الجيرية التى تمثل النهاية الشمالية للتكوينات الجيرية فى الصحراء الشرقية والتى تبرز شرق القاهرة. (Sandford & Arkell, 1939. p.4).

من الناحية الليثولوجية تتكون هضبة المقطم من تكوينات المقطم Mokattam formation في القاعدة وتشمل تكوين الجيوشي، أحجار البناء العليا، جيهانزس، أحجار البناء السفلي، أما القمة من تكوينات المعادى Madi formation (Strougo. 1985. p4).

وتنقسم هضبة المقطم إلى ثلاث هضاب رئيسية تعرف بالهضاب السفلى، الوسطى، العليا، وتضم كل هضبة نطاقاً أو أكثر ذو سحنات صخرية مختلفة

(٢) التتابع الاستراتجرافي: توضح الدراسة التالية تتابع التكوينات الصخرية لهضبة المقطم التابعة لكل عصر مرتبة من أعلى إلى أسفل

الزمن الرابع:

توجد الرواسب التى تنتمى للزمن الرابع تعطى بعض مساحات من مسطحات الهضاب الثلاث، وهي مغطاة تماماً بالمساكن. ويمثلها رواسب الأودية

الزمن الثالث:

تعرف رواسب عصر الأوليجوسين بمكون الجبل الأحمر، وتتكون من طبقات رملية زاهية اللون، تكثر بها أكاسيد الحديد، والأشجار المتحجرة، كما توجد بعض صخور الكوارتزيت الصلبة، والتى تستخدم فى أعمال الزخرفة، وتنتشر هذه الصخور محيطة بجبل المقطم أو مترسبة على حوافه الشرقية والشمالية بمنطقة مقابر الجبل الأحمر، ومدينة نصر، ونادى المقاولون العرب.

وتنقسم تكوينات عصر الأيوسين إلي:

١- تكوينات الأيوسين الأعلى، وتعرف بتكوينات المقطم العلوى upper Moqattam وتنقسم إلي:

(أ) تكوين المعادي Madi formation: وتغطى سطح الهضبة العليا، والجزء الأكبر من جرف الهضبة، كما تغطى مساحة كبيرة بالقرب من مدينة صقر

قريش، وتمتد شرقاً حتى جبل العنقبية. ويتكون مكون المعادى من تتابعات فتاتية من الطفل والغرين والرمل، تتبادل مع طبقات من الحجر الجيرى الدولوماتية (Ibid. p.6).

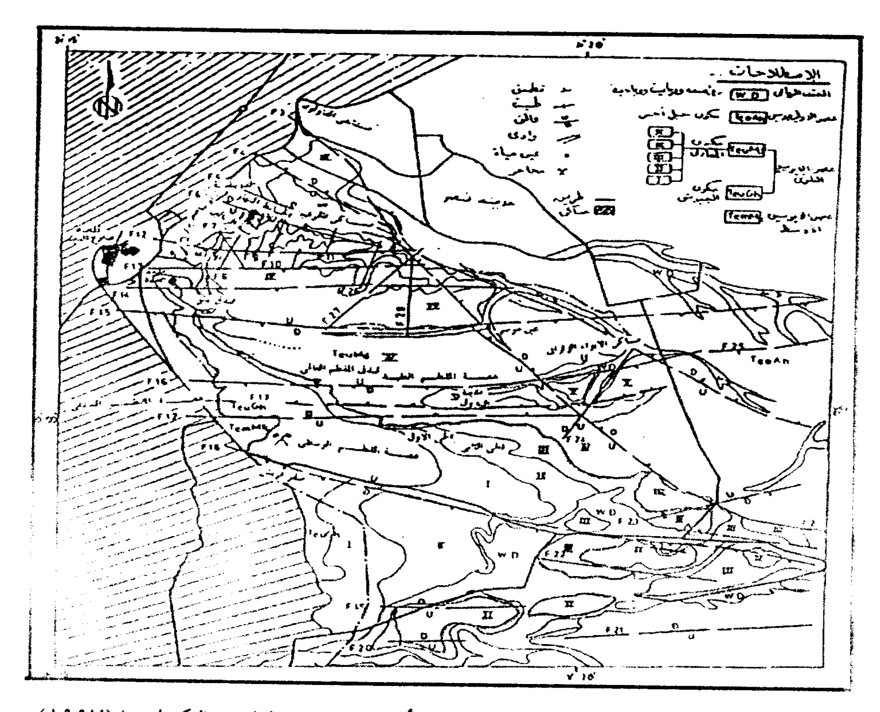
وتكثر بصخور هذا التكوين الشقوق والفواصل، وراقات الملح، كما أنه يعتبر بخصائصه الچيولوچية من أكثر تكوينات الهضبة التى تحتوى على فجوات وكهوف.

(ب) تكوين الجيوشى Guishi formation: تغطى صخور هذا المكون السطح العلوى من جرف الهضبة الوسطى، بالإضافة إلى سطحها، كذلك يكون الجزء السفلى من جرف الهضبة العليا بما لا يتجاوز خمسة أمتار. ويتكون من صخور جيرية بيضاء غنية بالأحافير التى يتخللها راقات رفيعة من المارل المائل إلي اللون الأصفر. (شكل ٩).

٢- تكوين الأيوسين الأوسط: ويعرف بتكوين المقطم السفلى Lower Moqattam، وتغطى صخوره معظم جرف الهضبة الوسطى، وكل الهضبة السفلى. (أكاديمية البحث العلمى والتكنولوچى، ١٩٩٧، ص٥٤-٦١).

٣- البنية الجيولوجية: يقطع تكوينات الأيوسين الأوسط والأعلي فى هضبة المقطم صدوع عادية normal fault، وإتجاهاتها الرئيسية شرق-غرب، غرب شمال غرب- شرق جنوب شرق. (Moustafa, Yahia, Abdel Tawap, 1985. p.40).

تتراوح رمية هذه الصدوع بين أقل من ٢٠ متر ١١٠متر، كما تتراوح زوايا ميل أسطحها من ٦٠ إلى ٧١ درجة. ويلاحظ أن هذه الصدوع تمتد فى شكل متوازى بعضها ذات حركات رأسية تتراوح بين ١٥ و٣٥متر، والأخير ذات حركات أفقية. وتمثل هذه الصدوع مناطق ضعف شديدة تتسرب من خلالها المياه، وتساهم فى تكوين الفجوات والكهوف موضوع الدراسة.



المصدر: أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا (١٩٩٧)

شكل (٩) خريطة جيولوجية لمنطقة جبل المقطم

يوجد فى هضبة المقطم طيتين أحاديتى الميل Monoclines، وإتجاههما شمال غرب. جنوب شرق إلى غرب شمال غرب- شرق جنوب شرق.

وكذلك يؤثر فى هضبة المقطم عدد كبير من الفواصل، وتوجد فى الصخور الجيرية الصلبة التى تتبع الأيوسين الأوسط والأعلى. فى تكوينات الأيوسين الأوسط توجد الفواصل فى مجموعتين متزاوجتين إتجاههما شمال غرب- جنوب شرق وأغلبها مائلة بزاوية تتراوح بين ٤٥-٦٠ درجة ناحية الشمال الشرقى أو الجنوب الغربى. أما الفواصل التى تقطع صخور الأيوسين الأعلى فكلها رأسية تقريباً. (أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجى، ١٩٩٧، ص ص ١٥٩-١٦٧).

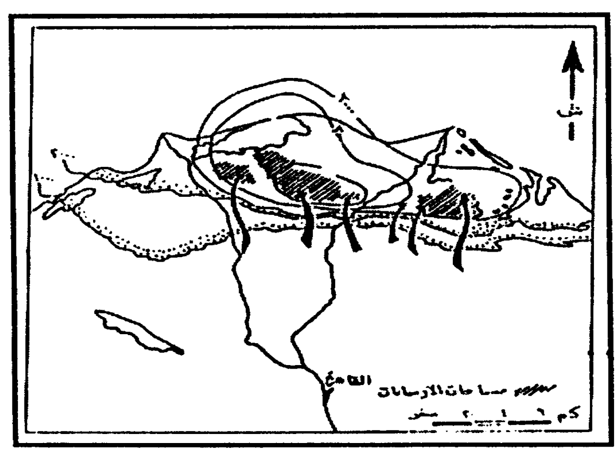
وتكمن خطورة الفواصل فى أنها تمثل مناطق ضعف فى الصخور تساعد على سرعة تسرب المياه من خلالها، وقد يتصل عدد من الفواصل ببعضها البعض فتكون مجرى أو عدة مجارى تساعد على تجمع المياه المتسربة فى باطن الهضبة، وبذلك تتكون الفجوات والكهوف.

(٤) **التاريخ الجيولوجى:** بدأ تكوين هضبة المقطم فى الأيوسين الأوسط، حيث بدأ ظهور اليابس على حساب إنكماش البحر الأيوسيى، الذى كان يتراجع صوب الشمال. وترسبت فى ذلك الوقت فى البحر الأيوسينى طبقات المقطم السفلى، وهى عبارة عن حجر جيرى ناصع البياض تتخلله طبقات من المارل وشرائح الطين، وهى غنية جداً بحفريات النيموليت. (Shukri, 1953. p.101)

فى الأيوسين الأعلى حدثت حركة ارتفاع تدريجى لقاع البحر، وتم فى هذه الفترة ارساب طبقات المقطم العلوى، وهى طبقات من الحجر الجيرى الرملى تميز بلون بنى، مما يدل على إختلاطها برواسب قارية تتألف من الصلصال والرمال. ويرى رشدى سعيد أن طبقات المقطم العلوى رسبت فى بحر يتراجع بسرعة. (Said, 1962. p.24)، وفى نهاية الأيوسين الأعلى حدث تراجع للبحر، وتعرض اليابس لحركة رفع قوية إستمرت حتى الأوليجوسين (Shurki & Akmell, 1953. p.268)، حيث تعرضت منطقة شرق القاهرة إلى قوي شديدة أثرت عليها من الشمال والجنوب.

فى الأوليجوسين كانت الظروف المناخية السائدة فى مصر مختلفة عما هى عليه الآن، حيث شهدت المنطقة عصراً مطيراً، ويرجع ذلك إلى عظم مساحات المناطق الهضبية العالية فى شرق مصر. وفى هذه الفترة بدأ تكوين الكهوف فى هضبة المقطم.

فى فجر الميوسين تعرض اليابس لحركة هبوط عامة، وتقدم البحر صوب الجنوب، ولم يتم ترسيب رواسب الميوسين البحرى فى جبل المقطم لأنه كان على شكل جزيرة يحيط بها المياه، شكل (١٠). (Shukri, 1953. p.102).



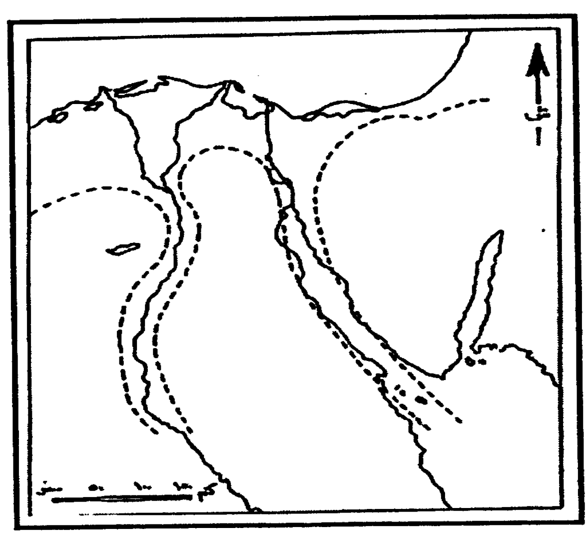
المصدر: Said (1981)

شكل (١٠)

خط الساحل فى نهاية عصر الميوسين

فى الميوسين الأعلى أدى ارتفاع اليابس إلى حدوث عصر مطير ويعرف بالعصر البنطى. وإستمر تكوين الكهوف من خلال عملية الإذابة فى تكوينات الحجر الجيرى بهضبة المقطم

فى بداية البلايوسين تعرض اليابس لحركة من الهبوط، وغطى البحر منطقة تمتد إلى الشرق من هليوبوليس بنحو ٢ كيلومتر، مكوناً ما يعرف بخليج هليوبوليس وكان جبل المقطم يحد هذا الخليج من الجنوب والجنوب الغربى. (Sandford & Atkrl, 1939.p.20) شكل (١١).



المصدر: Fleavnumv (1968)

شكل (١١)

خط الساحل فى البلايوسين

فى بداية عصر البلايوبليستوسين إنحسرت مياه البحر عن خليج هليوبوليس. وفى بداية البلايستوسين شهدت المنطقة عصراً مطيراً، تكونت خلاله الكهوف القديمة فى هضبة المقطم، ومع بداية عصر الهولوسين سادت ظروف الجفاف الحالى. وإعتمد تكوين الكهوف فى هذه الفترة على تسرب مياه الشرب، والصرف الصحى، ومياه رى الحدائق.

جيومورفولوجية هضبة المقطم:

يصل أقصى ارتفاع لهضبة المقطم إلى ٢١٥ متراً فوق سطح البحر، ويتغير ارتفاع سطح الهضبة بين ١٨٠ إلى ٢١٠ متراً. ويقل ارتفاع سطحها في إتجاه الشمال الشرقي.

سطح الهضبة متعرج، ويمتد فوقها جرف في إتجاه شرقي- غربي يقسمها إلى جزء شمالي وأخر جنوبي. وتتراوح درجات إنحدار سطح الهضبة بين ٢° - ٨°. وينتهي سطح الهضبة من جهة الشمال الغربي بجروف قليلة الإرتفاع نسبياً. شكل (١٢).

يقطع سطح هضبة المقطم شبكة من الوديان ذات نظام شجري، نظراً لتجانس نوع التكوينات الصخرية التي تجري فوقها هذه الأودية، وكثافة شبكة التصريف متوسطة، لجريانها فوق تكوينات جيرية كثيرة الفواصل والشقوق. وتساهم هذه الأودية في تكوين ظاهرة الكهوف تحت السطح كما سنشير فيما بعد.

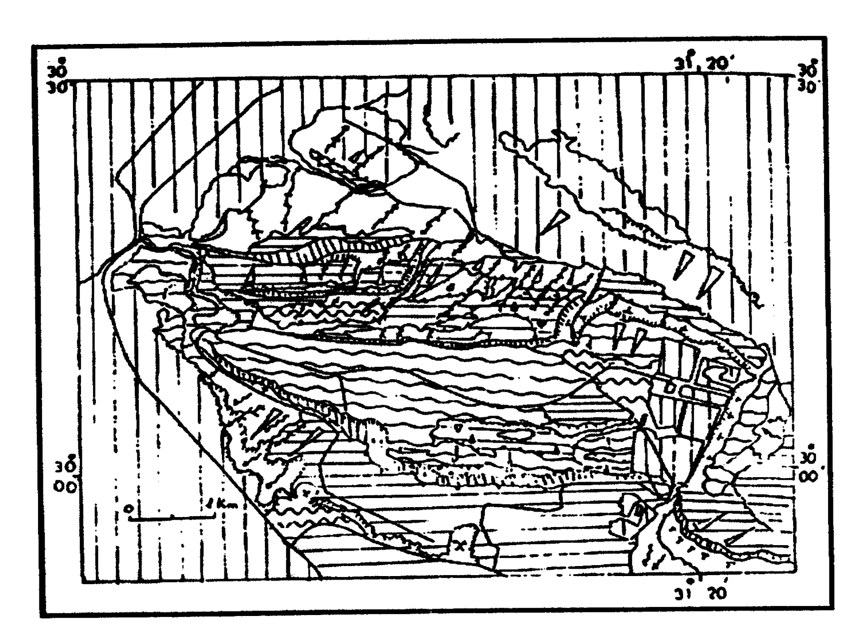
من الناحية الجيومورفولوجية تتكون هضبة المقطم من ثلاث هضاب رئيسية، يفصلها عن بعضها البعض جروف شديدة الإنحدار مختلفة الإرتفاعات والميل.

(١) هضبة المقطم السفلي:

تتكون من مكون المقطم «حجر جيري»، سطح هذه الهضبة صلب شبه أفقي، يقطع سطحها صدوع ذات إتجاه شرقي- غربي. ويقام على هذه الهضبة منطقة سكنية عشوائية «عزبة الزبالين». وتتسرب مياه الصرف الصحي أسفل هذه الهضبة، مما يسهم في تكوين الكهوف.

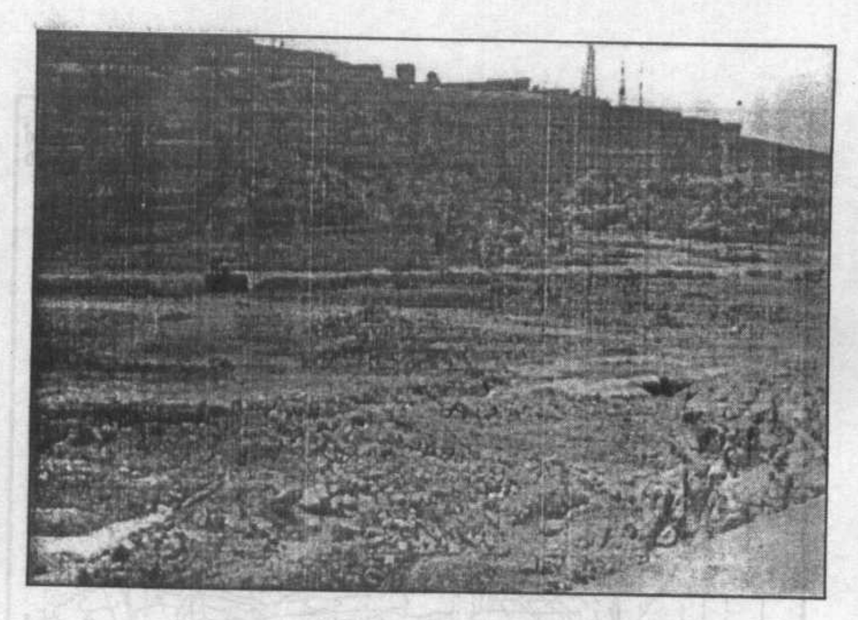
(٢) هضبة المقطم الوسطي:

يتكون سطحها من حجر جيري صلب «مكون الجيوشي» ويقطع سطحها عدد من الأودية، وتقام المساكن على الجزء الشرقي منها، ويمتد عليها طريق القطامية- المعادي، وجزء كبير من طريق المقطم الشمالي- تنشر الكهوف القديمة على جانبيه- إلى مدينة المقطم السكنية من ناحية صلاح سالم. (صورة ٢).

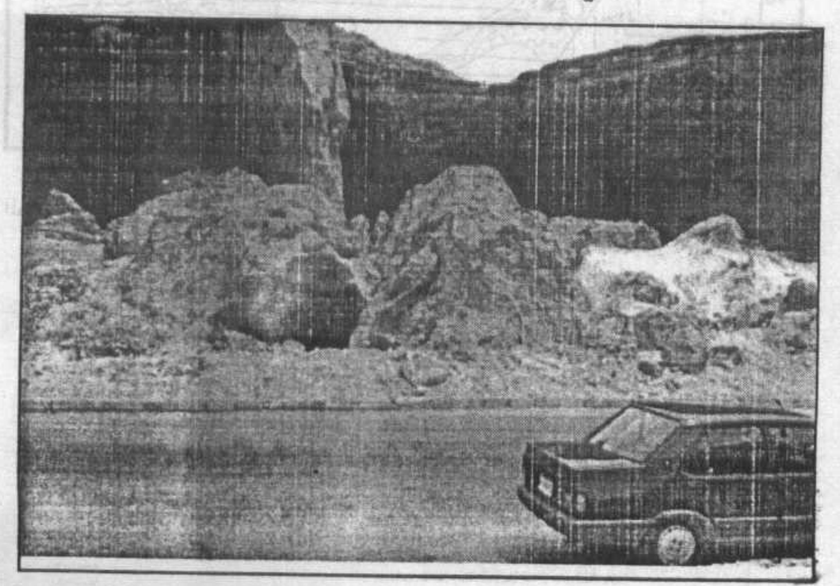


المصدر: أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا (١٩٩٧)

شكل (١٢)
خريطة جيومورفولوجية لجبل المقطم تبين الوحدات المورفولوجية



(١) تداخل طبقات الحجر الجيرى مع المارل فى هضبة المقطم



(٢) مدخل كهف ٧ وكهف ٨ فى طريق المقطم الصاعد الشمالى

(٣) هضبة المقطم العليا:

يتميز انحدار سطح هذه الهضبة بالبطء، حيث تتراوح درجات الإنحدار ما بين ٢° إلى ٥°، ويقطع سطحها عدد كبير من خطوط التصريف، وتكثر بها الفواصل والشقوق. وتتضافر هذه العوامل الثلاث فى تكوين كهوف تحت السطح.

المناخ الحالي:

تمت دراسة المناخ الحالى لتحديد دور العناصر المناخية الحالية فى تكوين وتطور الكهوف بهضبة المقطم. ولقد تم الإعتماد على بيانات المناخ لمدينة القاهرة. وتم دراسة عنصرين هما الأمطار والحرارة.

توضح تسجيلات الأمطار لمدينة القاهرة، أن المتوسط السنوى للأمطار ٢٣,٩م، وتسقط الأمطار فى الفترة الممتدة من أكتوبر إلى مايو، ويمثل شهر ديسمبر أغزر الشهور مطراً. وينعدم سقوط الأمطار تماماً فى شهر يولية. وسجلت أقصى كمية أمطار سقطت فى يوم واحد على مدينة القاهرة (٥٠م) فى يوم ٦ ديسمبر عام ١٩٥١.

وبصفة عامة تتميز الأمطار بمدينة القاهرة بنفس صفات المطر فى المناطق الصحراوية، وهى الندرة، وسقوط الأمطار فجأة على شكل سيول. ومن دراسة تردد السيل فى مدينة القاهرة، تبين أن الفترة التى تفصل بين كل سيل وآخر تتراوح بين خمس شهور وخمس سنوات، ومتوسط طول فترة تردد السيل ٥,٩١ شهراً.

يبلغ المتوسط السنوى لدرجات الحرارة ٢١,٤°م، والمتوسط السنوى لأعلى درجة حرارة٢٨°م، وأدنى درجة حرارة ١٥,٦°م وأعلى درجة حرارة سجلت بمدينة القاهرة ٤٧,٨°م فى ٢١ مايو ١٩٧٠، وأدنى درجة حرارة كانت ٠,٨°م فى ٦ فبراير ١٩٥٠م.

من دراسة المناخ الحالى يلاحظ أن دور كل من المطر والحرارة يمثل دور محدود فى تكوين وتطور الكهوف بهضبة المقطم. فمتوسط كمية الأمطار ضئيل فى نشأة الفجوات، وقد تساهم الأمطار فى تكوين كهوف أو توسيع الكهوف الحالية تحت السطح فى حالة سقوط سيول بكميات كبيرة، وعلى المناطق البطيئة الإنحدار ومجارى الأودية.

أما بالنسبة لدور الحرارة فى تكوين الكهوف يقتصر دور هذا العنصر على حدوث تجوية حرارية Insolation weathering، للتباين بين درجات الحرارة، وينتج عنها تكسير الكتل الصخرية. مما يساعد على سرعة تسرب المياه بين التكوينات الصخرية.

المناخ القديم :

شهدت هضبة المقطم عصراً مطيراً فى عصرى الأوليجوسين وفى الميوسين الأعلى، كذلك حدثت تغيرات مناخية حادة خلال عصر البلايستوسين.

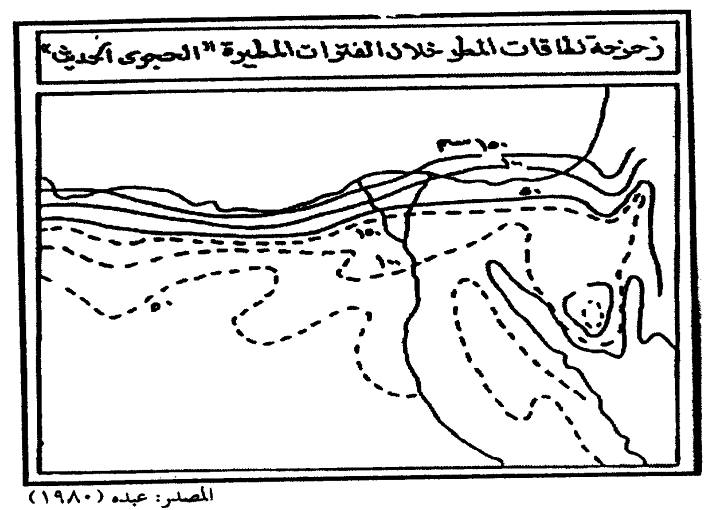
بدأت درجات الحرارة فى الإنخفاض التدريجي منذ عصر الأيوسين، وحتى عصر البلايوسين، حيث إنخفضت درجات الحرارة من ٢٢°م فى الأيوسين إلى ١٠° فى البلايوسين. (Butzer, 1965. p.19).

كذلك تميز عصر البلايستوسين بإنخفاض درجات الحرارة، وتراكم الثلوج فى العروض العليا مكونة غطاءات جليدية غطت ٣٠٪ من مساحة اليابس. وبناء على ذلك حدثت زحزحة للأقاليم المناخية الكبرى تجاه الجنوب. وتأثرت منطقة البحر المتوسط بالتغيرات المناخية، حيث إمتازت بأحوال مناخية مشابهة لما يسود أقليم غرب أوربا المناخى الحالى. (Zeuner, 1959. p.110)

ويرى بوتزر (Butzer, 1961. p.137) أن المناخ المطير لا يوجد فقط فى أثناء الفترات الباردة، ولكن كان يوجد أيضاً أثناء الفترات الحارة، كما أن الأمطار يمكن أن تحدث فى بداية تراجع الجليد المبكر.

ومن الدراسات التى تمت عن مناخ النطاق الشمالى لمصر فى عصر البلايستوسين، تبين أن منطقة هضبة المقطم شهدت عصراً مطيراً، حيث تراوحت كمية الأمطار فى هذا العصر ما بين ١٠٠-١٥٠سم، شكلى (١٣، ١٤).

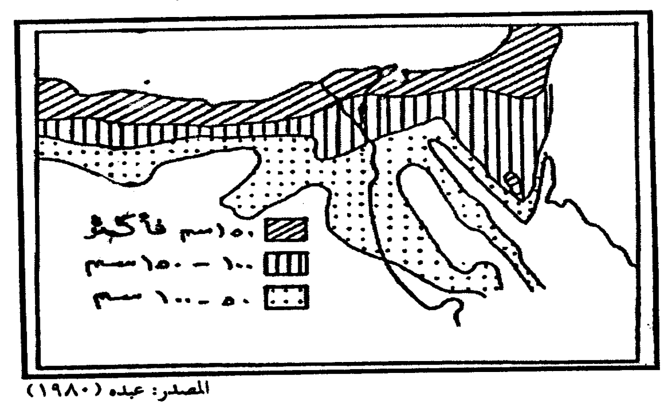
من الدراسة السابقة يتضح أن تكوين الكهوف فى هضبة المقطم بدأ منذ عصر الأوليجوسين وإستمر حتى نهاية عصر البلايستوسين. وفى عصر الهولوسين ومع سيادة المناخ الجاف إتخذت الكهوف شكلها الحالى وبدأ تكوين أشكال السطح الدقيقة داخل الكهوف.



المصدر: عبده (١٩٨٠)

شكل (١٣)

زحزحة نطاقات المطر خلال الفترات المطيرة «الحجرى الحديث»



المصدر: عبده (١٩٨٠)

شكل (١٤)

توزيع أمطار البلايستوسين بالنطاق الشمالى لمصر طبقاً لبوتزر

ثانياً: العوامل المسئولة عن نشأة الكهوف وتطورها في هضبة المقطم

ترجع نشأة الكهوف والفجوات القديمة والحديثة بهضبة المقطم إلى تضافر مجموعة من العوامل الرئيسية هي:

(أ) التكوين الجيولوجي:

تبين من دراسة التكوين الجيولوجي لهضبة المقطم أن هذه الهضبة تتكون من صخور جيرية تتبع عصر الأيوسين، ويمثل هذا الصخر المكون الأساسي للهضبة حيث وصلت نسبته في العديد من القطاعات التي تم دراستها إلى٦١ ٪ من إجمالي تكوين الهضبة.

ومن أهم خصائص صخور الحجر الجيري إحتوائه على نسبة عالية من مادة كربونات الكالسيوم التي تتأثر بالماء، حيث تذوب ببطء وتتحول إلى بيكربونات الكالسيوم، ويتبع ذلك تكون حفر وفجوات في الحجر الجيري، ويزيد من سرعة عملية الإذابة solution إحتواء الماء علي غاز ثاني أكسيد الكربون أو أي مادة عضوية .(Holmes, 1978, p.252).

كذلك يتميز التكوين الجيولوجي لهضبة المقطم بوجود طبقة من الطفل أسفل طبقة الحجر الجيري، وتعمل هذه الطبقة على حجز المياه بالقرب من سطح طبقة الحجر الجيري السفلي، مما يساهم في تكوين الكهوف تحت السطح. كما تعمل المياه المتجمعة على إنتفاخ طبقة الطفل، وتخلخل الطبقة الصخرية الصلبة الموجودة فوقها.

(٢) البنية الجيولوجية :

تكثر الفواصل والشقوق والصدوع بهضبة المقطم، وتساعد هذه الشقوق والفواصل على سرعة تسرب المياه- مياه أمطار، شرب، صرف صحي، ري حدائق- من خلالها، كما تساعد أيضاً على تركيز المياه في أماكن محددة من هذه الفواصل، ومن ثم تتسع هذه الفواصل، وقد تتصل ببعضها على هيئة قنوات، وقد تتكون الكهوف عند تقاطع الفواصل مع بعضها البعض. وبصفة عامة تتحكم طبيعة وإتجاه الصدوع والفواصل

والشقوق، ومدى كثافتها فى تحديد المظهر الجيومورفولوجى العام للكهوف وأشكالها المختلفة.

(٣) طبوغرافية السطح :

تتعرض المناطق البطيئة الإنحدار إلى تجمع مياه الأمطار ورى الحدائق ومياه الصرف الصحى على السطح، وتسربها مما يساهم فى تكوين كهوف أسفل السطح. وخير مثال على ذلك الهضبة العليا، التى تتميز بإنحدار خفيف يتراوح بين ٢ إلى ٥ْ. و تتجمع المياه وتكون كهوف أسفل المناطق السكنية.

(٤) الميـــــاه:

يتوقف تأثير المياه على هضبة المقطم، وفقاً لتكوينها الجيولوجى إلى شقين:

أ- تأثير كيميائى: ويتمثل فى تفاعل المياه مع المركبات القاعدية للتكوين الصخرى والنتيجة إذابة هذه المكونات وإزالتها، وتكوين فجوات وكهوف. ومن المعروف أن صخور الحجر الجيرى تتأثر بالمياه الحامضية بمعدل أسرع من المياه العادية. وأى زيادة فى نسبة حمضية المياه (pH) تزيد من سرعة فعل عمليات التجوية «عملية الإذابـــة solution». وتأتى زيادة نسبة حمضية المياه من إذابة غاز ثانى أكسيد الكربون فيها. (Holmess, 1978, p251).

ويــرى Levin أن أحماض الكربون الناتج من تحلل أكسيد الكربون فى الماء هي العامل الرئيسى والمؤدى لحدوث التجوية الكيميائية «عملية الإذابة» (Levin, 1990, p.114).

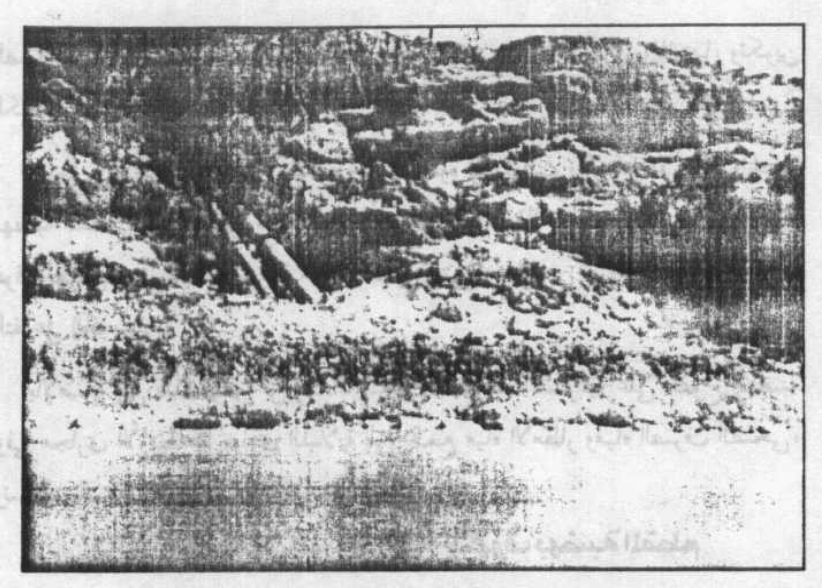
ب- تأثير ميكانيكى: حيث تتفكك بعض الترسبات عند غمرها بالماء وفقاً لنوع الترسيب، ووجد بالتجارب المعملية أن معدل تفكك الطفل والرمل الطفلى فى حدود ٥-١٠ دقائق، والمارل من ١٥-٦٠ دقيقة. ويتميز الطفل بسرعة سريانها بعد إختلاطها بالماء، وتتحرك من الضغط العالى إلى مناطق الضغط الأقل، مما ينشأ عنه تكوين فجوات وكهوف (أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجى، ١٩٩٧. ص ص ٢٣٢-٢٣٤).

من العرض السابق، يتضح أن العملية الرئيسية المسئولة عن نشأة الكهوف وتطورها هى عملية الإذابة، ويعتمد درجة تأثير هذه العملية على نوع التكوين الجيولوجى ودرجة الحرارة، ودرجة تركيز عملية الإذابة، (Holmes, 1978. p.251) وبذلك يمكن القول أن تكوين الكهوف القديمة بهضبة المقطم يرجع إلى مياه أمطار العصور الجيولوجية كما سبقت الإشارة، أما الكهوف التى تكونت فى العصر الحديث والمحتمل تكوين كهوف جديدة غيرها، فيرجع تكوينها إلى تسرب مياه الصرف الصحى التى تحتوى على أحماض عضوية وغير عضوية، ومياه رى الحدائق، وتسرب مياه الشرب من أنابيب المدينة، وتجمع مياه الأمطار وتسربها من خلال الشقوق والفواصل وتجمعها تحت السطح وإذابتها للتكوينات الجيرية. (صورة ٣).



(٣) تجمع مياه الأمطار علي السطح فى الهضبة الوسطى

ومن أهم العوامل المسئولة عن نشأة الفجوات والكهوف الحديثة فى هضبة المقطم إتجاه الشركة الإيطالية المسئولة عن إنشاء المدينة السكنية بهضبة المقطم، إلى صرف المياه إلى باطن الهضبة لتوفير تكاليف إنشاء شبكة للصرف الصحى. (صورة ٤).



(٤) صرف المياه إلى باطن الهضبة الوسطى

ولقد أشارت الدراسات الجيوفيزيقية إلى وجود مياه جوفية ذات ملوحة عالية على أعماق تصل إلى ١٨٠ متراً من السطح. (أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجي، ١٩٩٧، ص١٥٥)

(٤) العوامل البشرية :

يساعد التلوث الناتج عن الأنشطة الصناعية المحيطة بالهضبة مثل المسابك وحرق القمامة الذى ينتج عنه غازات مثل ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت، وكبريتيد الهيدروجين، التى تتحول فى حالة وجود بخار الماء والرطوبة إلي أبخرة أحماض الكربونيك والكبريتيك المعروفة بتفاعلها السريع مع الأحجار الجيرية وإذابتها وتكوين كهوف بها. ويساعد على ذلك ارتفاع درجة الحرارة التى تتوافر من حرق القمامة.

كذلك يؤدى رى الحدائق بالطرق التقليدية، إلى تسرب كميات كبيرة من المياه خلال الفواصل والشقوق، كما يؤدى سوء تنفيذ شبكة مياه الشرب ومياه الصرف

الصحى إلى تسرب المياه، ومن ثم تفاعلها مع طبقات الحجر الجيرى وإذابتها، وتكوين الكهوف أسفل المساكن والمنشآت.

وتعمل الأدخنة المنبعثة من مصانع حلوان وطره للأسمنت والمصانع الأخرى والمحيطة بهضبة المقطم، على تكوين سحابة من الأتربة فوق جبل المقطم تتسبب فى سقوط أتربة فوق الهضبة، وتسبب حموضة مياه الأمطار، التى تعجل من سرعة حدوث عمليات التفاعل الكيميائى.

بالإضافة إلى ذلك ينتج عن إمتداد المنشأت العمرانية العشوائية على سفوح الهضبة وفى مجارى الأودية مثل وادى اللبلابة إلى تجمع مياه الأمطار ومياه الصرف الصحى، وتسربها تحت السطح وتكوين فجوات وكهوف.

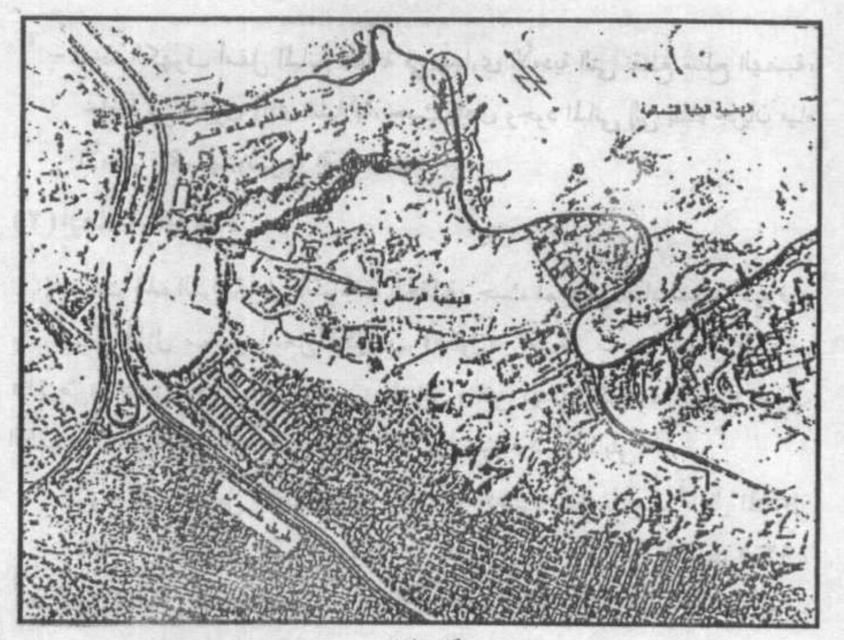
ثالثاً: الخصائص المورفولچية للكهوف بهضبة المقطم

تشمل دراسة الخصائص المورفولوچية للكهوف التوزيع الجغرافى للكهوف بالهضبة، أبعاد الكهوف، أشكال الكهوف، أشكال السطح الدقيقة داخل الكهوف، والسفوح المرتبطة بالكهوف.

(١) التوزيع الجغرافي للكهوف بهضبة المقطم:

اتضح من الدراسة الميدانية والدراسات الجيولوجية والجيوفيزيقية أن الكهوف توجد بهضبة المقطم فى الأماكن التالية:

- تنتشر الكهوف الظاهرة على السطح على جانبى طريق المقطم الصاعد الشمالى المتفرع من طريق صلاح سالم على مسافات متقاربة. وقد تم إجراء دراسة ميدانية لها. شكل (١٥).
- أوضحت القياسات الرادارية وجود فجوات لا تظهر على السطح فى مناطق عديدة من هضبة المقطم مثل تكوين الجيوشي بالهضبة الوسطى علي عمق يتراوح بين ١٠ إلي ٢٨ متراً، كما توجد بكثرة فى وحدة حجر البناء العلوى المكونة للجزء السفلى من حافة الهضبة الوسطى.



شكل (١٥)

صورة جوية (١ :١٠,٠٠٠) للطريق الصاعد الشمالى والجرف الجنوبى الغربى للهضبة الوسطى شديد الإنحدار

- أوضحت القياسات الجيوفيزيقية وجود مناطق تكهفات فى الجزء الأوسط والسفلى من بئر حفر فى الهضبة العليا، حيث وجدت عند عمق ١١,٥متر، بسمك ٦متر، وعلى عمق ١٢٤ متر وبسمك ١٥متر. (المرجع السابق، ص١٥٧).

- تنتشر الكهوف فى مكون المعادي، حيث يتبادل الطفل والغرين والرمال مع طبقات الحجر الجيرى الدولوماتية متوسطة الصلابة، وتظهر الكهوف بين طبقات الطفل والحجر الجيرى.

- **توجد الكهوف فى الهضبة السفلى، حيث تكثر الصدوع التى تقطع سطح هذه الهضبة، إلى جانب إقامة منطقة سكنية عشوائية عليها، ويؤدى سوء صرف مياه الصرف الصحى إلى تكوين الكهوف.**

- توجد الكهوف أسفل المباني المقامة فى مجارى الأودية التى تقطع سطح الهضبة، خاصة فى مجرى وادى اللبلابة. حيث يؤدى وجود المبانى إلى بطء جريان مياه الأمطار وتجمعها وتسربها تحت السطح.

(٢) أبعاد الكهوف:

إعتمدت هذه الدراسة على القياسات الحقلية، حيث تم قياس أبعاد ثمانية كهوف، وتم قياس أطول محور لمدخل الكهف «الطول»، أصغر محور لمدخل الكهف «العرض»، عمق الكهف «المسافة بين المدخل وحتى نهاية الكهف»، ارتفاع سقف الكهف. ثم تم تحليل القياسات التى تم الحصول عليها وتبين ما يلى:

- تراوح طول مدخل الكهوف بين ١٠ متر و٤٠ متر، ويبلغ متوسط أطوال المداخل ٢١,٥ متر، وتشكل عدد الكهوف التى يقل طول مدخلها عن المتوسط ٦٢,٥٪ من إجمالى عدد الكهوف.
- تراوح عرض مدخل الكهوف بين ٥ متر و١٨ متر، ويبلغ متوسط عرض المدخل ٩,٦٣ متر، وتشكل الكهوف التى يقل عرض مدخلها عن المتوسط ٥٠٪ من إجمالى عدد الكهوف.
- تراوح عمق الكهوف بين ١٠ متر و٧٥ متر. ويبلغ متوسط العمق ٢٧,٥ متر وتمثل الكهوف التى يقل عمقها عن المتوسط ٧٥٪ من إجمالى عدد الكهوف.
- تراوح ارتفاع أسقف الكهوف بين ثلاثة أمتار و١٥ متر. ويبلغ متوسط ارتفاع أسقف الكهوف ٨,٥ متر.

يتضح من العرض السابق وجود تباين بين أبعاد الكهوف، وإن كان ضئيل، ويرجع ذلك إلى توافق نوع التكوين الجيولوجى والبنية الجيولوجية فى المنطقة التى تكونت فيها هذه الكهوف. كذلك أوضحت التحليلات الإحصائية لأبعاد الكهوف عدم وجود علاقة ارتباط بين الأبعاد المختلفة للكهوف.

(٣) شكل الكهوف:

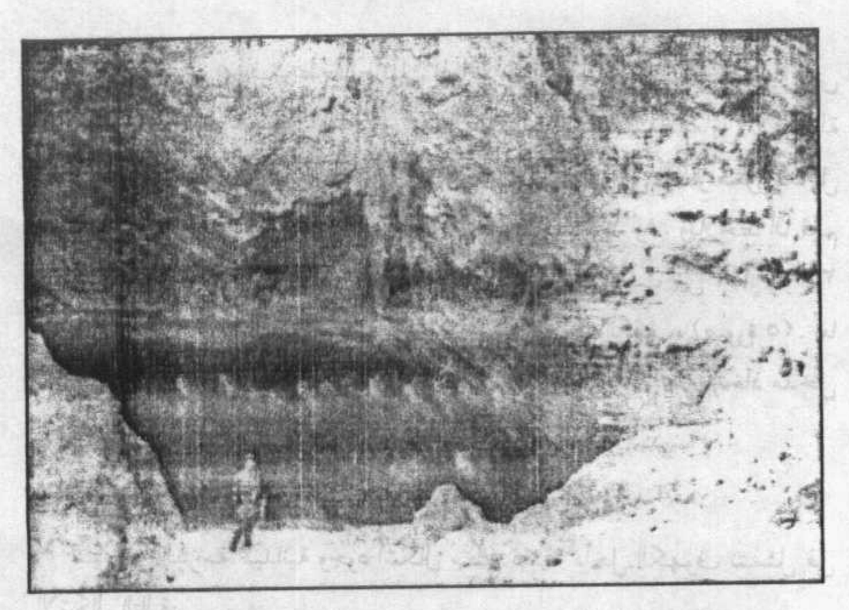
تعتمد هذه الدراسة على إجراء تحليل بيانات أبعاد الكهوف، من خلال تطبيق

معاملات رياضية، بهدف ربط نتائج تلك المعاملات بالعمليات الجيومورفولوجية التى ساعدت على تطور الكهوف. ولتحقيق هذا الهدف تم حساب قيمة معامل الاستطالة للكهوف. من خلال حساب نسبة أطول محور لمدخل الكهف إلى أصغر محور لمدخل الكهف. وإتضح أن قيم معامل الإستطالة تراوحت بين ١,٢ و٨. ويلاحظ أن قيم معامل استطالة الكهوف من رقم (١) إلى رقم (٧) متقاربة تراوحت بين ١,٢ و٣,٣٣ ويشير ذلك إلى تقارب قيمها من الشكل شبه المستدير لمدخل الكهف. (صورة ٥). أما الكهف رقم (٨) بلغت قيمة معامل الإستطالة (٨)، ويدل ذلك علي إتخاذ مدخل الكهف الشكل المستطيل. (صورة ٦).

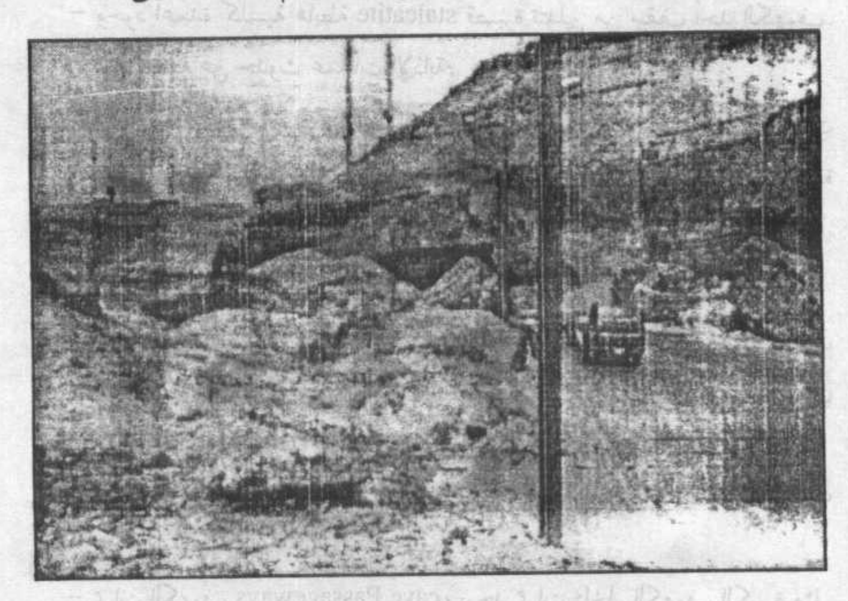
(٤) أشكال السطح الدقيقة داخل الكهوف:

تبين من الدراسة الميدانية وجود أشكال سطح دقيقة داخل الكهوف تتمثل فى الأشكال التالية:

- وجود أعمدة كلسية هابطة stalcatite قصيرة تتدلى من سقف أحد الكهوف. وهى ناتجة عن حدوث عمليات الإذابة.
- بروزات واضحة فى أسقف وجدران الكهوف، حيث تم ترسيب مادة كربونات الكالسيوم على شكل بروزات مختلفة الأبعاد، ويحدد أبعادها كمية مادة كربونات الكالسيوم التى تم إرسابها، وكمية المياه التى قامت بعملية الإذابة. (صورة ٧).
- عروق رفيعة من مادة كربونات الكالسيوم ذات لون أبيض ناصع فى حوائط بعض الكهوف، ويرجع تكوين هذه العروق إلى ترسب مادة كربونات الكالسيوم فى مواضع الشقوق الدقيقة فى أسقف وجوانب الكهوف.
- رواسب ملحية cave salt، وتوجد هذه الرواسب فى أرضية بعض الكهوف وجدرانها، وتتكون هذه الرواسب من مواد ملحية.
- ممرات الكهوف cave Passageways، يوجد ممرات داخل الكهوف الكبيرة مثل الكهف رقم (٣) ورقم (٥)، وتتميز ممرات هذا الكهف بأنها منخفضة نسبياً ومتسعة.



(٥) مدخل كهف شبه مستدير على طريق المقطم الصاعد الشمالى



(٦) مدخل كهف مستطيل على جانب الطريق الرئيسى فى الهضبة الوسطى

- وجود بعض الفجوات فوق أرضية بعض الكهوف، وهى ناتجة عن تجمع المياه فى بعض الحفر التى توجد فوق أرضية الكهف، ثم إتساعها نتيجة لتجمع المياه فيها بواسطة عملية الإذابة.
- رواسب تربة رملية جيرية موضعية فوق أرضية بعض الكهوف مثل الكهف رقم (٣).
- وجود رواسب ترافرتين ذات لون أسود غامق على أسقف وجدران الكهوف مثل الكهف رقم (٥)، ويرجع تكوينها إلى إرتفاع نسبة أكسيد المنجنيز فى الرواسب المختلطة بالمياه المتسربة من أسقف الكهوف، وتتبخر المياه تاركة ما تحمله من رواسب ملتصقة بجدران الكهف وحوائطه، وتبدو سلفات المنجنيز على شكل حبيبات دقيقة ملتصقة بالحوائط والجدران.

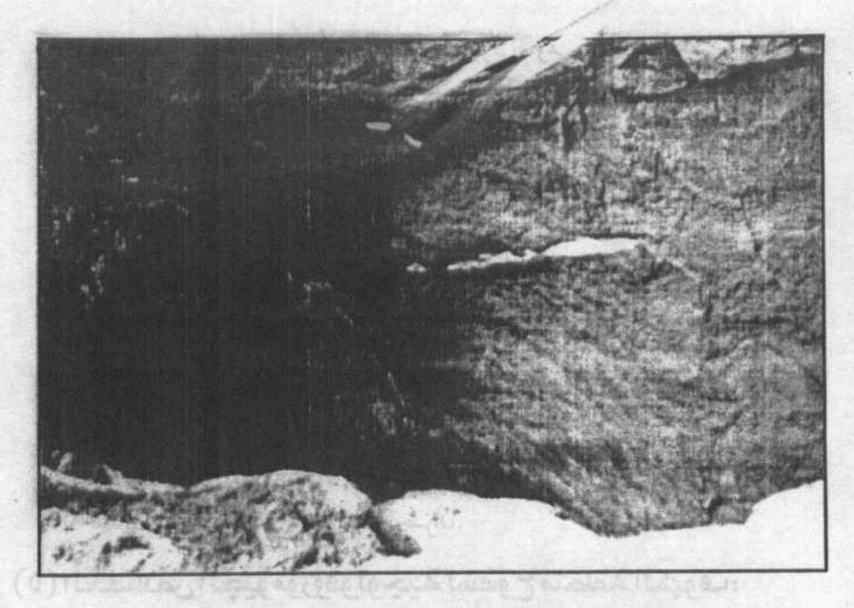
(٥) الخصائص الجيومورفولوجية لسفوح منطقة الكهوف:

يمتد جزء كبير من طريق المقطم الصاعد الشمالى موضوع الدراسة فى المساحة الجنوبية للهضبة الوسطى. ومن الدراسة الميدانية لسفوح منطقة الكهوف تبين أن الشكل العام لسفوح الهضبة هو الشكل المستقيم Rectilinear slope، ويتكون هذا الشكل من السفوح من أقسام segments، ويوجد السفح على شكل جرف شديد الإنحدار تتراوح زوايا إنحداره بين ٨٠° و٩٠°. (صورة٩).

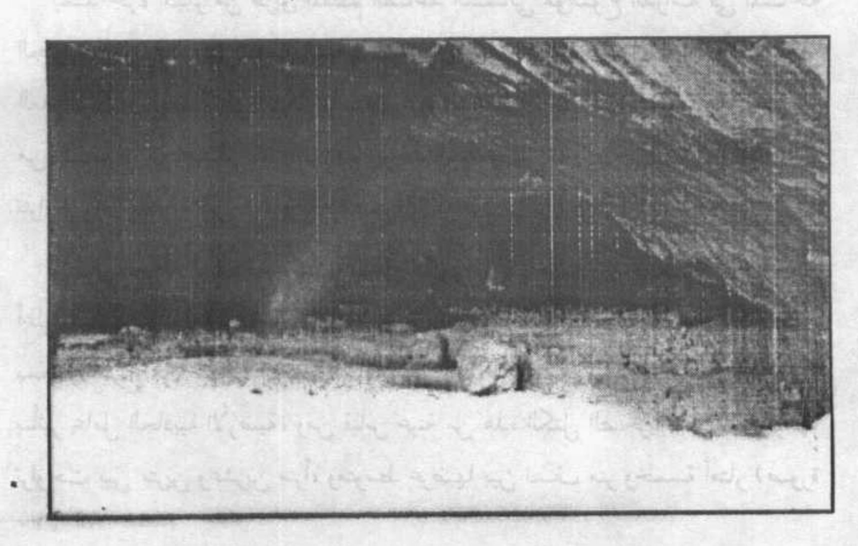
وينتشر عند أقدام السفح وعند مداخل الكهوف كتل صخرية ضخمة إنهالت من أعلي السفح كنتيجة لنشاط عوامل التجوية والتعرية، التى تقوم بنحت طبقات الطفل بمعدل أسرع من طبقات الحجر الجيرى التى تعلوها، ويتبعها تساقط الكتل الصخرية بتأثير عامل الجاذبية الأرضية، ومن قياس عينة من هذه الكتل الصخرية تبين أن أطوالها تراوحت بين مترين وعشرين متراً، ومتوسط عرضها بين نصف متر وخمسة أمتار (صورة ١٠).

ويمكن تحديد عوامل تشكيل سفوح هضبة المقطم فى العوامل التالية:

- **البنية الجيولوجية:** يؤثر نوع البنية الجيولوجية والتتابع الطباقى للتكوينات والتباين



(٧) بروزات في جدران الكهف رقم ٥



(٨) رواسب ملحية في أرضية الكهف رقم ٢

فى درجة صلابة الطبقات الحجرية وسمك الصخر على تشكيل السفوح، كذلك تمثل الفواصل والشقوق مناطق ضعف فى الصخور، حيث تساعد على تشكيل السفوح عن طريق عمليات التجوية الكيميائية والميكانيكية. ومن الدراسة السابقة لجيولوجية هضبة المقطم تبين أن البنية الجيولوجية عامل رئيسى فى تشكيل سفوح الهضبة وتكوين الفجوات والكهوف.

– **التجوية :** تلعب التجوية دوراً هاماً فى تشكيل السفوح، وتعتمد أشكال التجوية على درجة صلابة الصخر وكمية السيليكا به، درجة تجانس الصخر، الموقع الطبوغرافى للصخر، ومحتوى الصخر من شقوق ومسام وفواصل، وهى تعد من العوامل الهامة فى تحديد الأشكال الناتجة عن تجوية الحجر الجيرى. (Said, 1954. p.95-96)

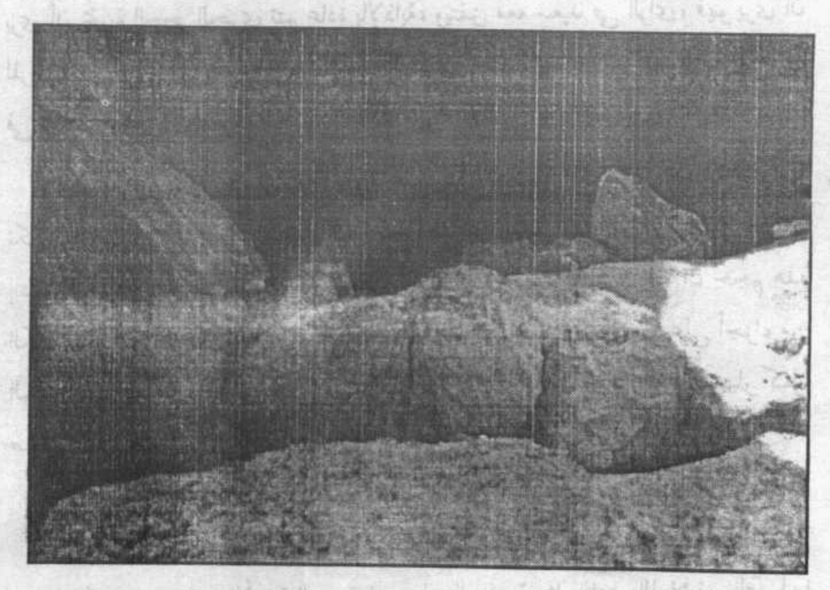
ولقد لعبت التجوية الكيميائية دوراً هاماً فى تشكيل سفوح هضبة المقطم فى العصور المطيرة السابق الإشارة إليها. ويتفق هذا مع رأى مابوت (Mabutt, 1977. p.32) الذى يرى أن تجوية الحجر الجيرى تتم عادة بالإذابة، ويتفق معه سعيد فى الرأى، فهو يرى أن للرطوبة دوراً هاماً فى عملية تجوية الحجر الجيرى، حيث تساعد مع العمليات الأخرى فى تفكك وتحلل الصخر.

ولقد نتج عن تأثير عمليات التجوية على سفح هضبة المقطم فى منطقة الدراسة تكوين الكهوف التى تم دراستها، كما نتج أيضاً عن عمليات التجوية وعوامل التعرية إنتشار الكتل الصخرية المفككة على بعض أجزاء السفح. ومما لا شك فيه أن حجم هذه الكتل يؤثر على درجة إنحدار السفح، إلى جانب أن وجود هذه الكتل على أجزاء من السفح يمثل خطورة كبيرة على طريق المقطم الصاعد الشمالى فى حالة إنهيار كتل صخرية على هذا الطريق. (صورة ١٠).

– **المياه الجارية:** لعبت أمطار العصور المطيرة الدور الرئيسى فى تشكيل سفوح هضبة المقطم، حيث تكونت الكهوف موضوع الدراسة. كما أسهمت هذه الأمطار فى تكوين عدد من الأودية التى تقطع سطح الهضبة مثل وادى اللبلابة، والتى لها دور هام الآن فى تكوين الكهوف الحديثة تحت السطح.



(٩) سفح مستقيم فى القسم الجنوبى للهضبة الوسطى



(١٠) كتل صخرية ضخمة عند مدخل الكهف رقم ٦

رابعا: الأخطار الطبيعية الناجمة عن تكوين الكهوف

تتمثل خطورة الكهوف فى هضبة المقطم فى محورين أساسين هما:

(١) فى حالة تكوين فجوات وكهوف أسفل الطبقة الحاملة للمنازل والمنشآت العمرانية، يؤدى إلى تشقق هذه المنازل، ثم سقوطها وإنهيارها. والمناطق المهددة بحدوث هذه الكارثة بهضبة المقطم هى الجزء السفلى من حافة الهضبة الوسطى، والجزء الجنوبى من حافة الهضبة العليا، وأسفل المناطق السكنية فى الهضبة الوسطى والعليا، وأسفل مناطق السكن العشوائى فى الهضبة السفلى، وفى مجارى الأودية.

(٢) فى حالة وجود الكهوف القديمة الممتدة على جانبى طريق المقطم الصاعد الشمالى، تتمثل الخطورة فى حدوث خلل فى توازن أسقف هذه الكهوف، فتتعرض للهبوط subsidence، فتهبط الكتلة الصخرية العلوية، ويتعرض مستخدمى هذا الطريق لكوارث خطيرة نتيجة لسقوط كتل صخرية ضخمة من أعلى السفح على الطريق الرئيسى.

ولقد أوضحت الدراسة الميدانية لهضبة المقطم، وجود مشكلة خطيرة تتمثل فى إستخدام بعض الكهوف بالهضبة فى الأنشطة البشرية مثل إستخدامها كأماكن للتخزين، أو ورش، كما إستغلت بعض هذه الكهوف فى إقامة الكنائس أو الأديرة. وقد تتعرض هذه الكهوف المستخدمة لسقوط أسقفها، مما ينتج عنه خسائر فادحة فى الأرواح إلى جانب الخسائر المادية.

الخاتمة

يهتم هذا البحث بدراسة ظاهرة الكهوف بهضبة المقطم، والأخطار الناتجة عنها. ولقد تبين من الدراسة أن التكوين الجيولوجى والبنية الجيولوجية، وإستخدام الإنسان السلبى للبيئة من أهم العوامل الرئيسية المسئولة عن نشأة الكهوف فى العصر الحديث.

وتتمثل خطورة الكهوف الحديثة فى نشأتها أسفل الطبقة الحاملة للمنازل والمنشآت العمرانية، ويؤدى ذلك إلى تشقق هذه المنازل ثم سقوطها وإنهيارها.

كذلك أوضحت هذه الدراسة العوامل المسئولة عن نشأة الكهوف القديمة التى توجد على جانبى طريق المقطم الصاعد الشمالى، وخصائصها الجيومورفولوجية. وتتمثل خطورة هذه الكهوف فى إحتمال حدوث خلل فى توازن أسقفها، يتبعه حدوث إنهيارات صخرية على الطريق.

ولقد أوضحت الدراسة المناطق المهددة بحدوث كوارث طبيعية نتيجة لتكوين الكهوف وهى طريق المقطم الصاعد الشمالى، الجزء السفلى من حافة الهضبة الوسطى، الجزء الجنوبى من حافة الهضبة العليا، وأسفل مناطق السكن العشوائى بمجارى الأودية التى تقطع سطح الهضبة، وبالهضبة الوسطى.

التوصيات:

توصي الدراسة بالتوصيات التالية:

(١) منع تسرب المياه سواء مياه الشرب أو مياه الصرف الصحى أو رى الحدائق وحمامات السباحة.

(٢) الإهتمام بتوصيل وصيانة شبكة المرافق بالهضبة بالصورة العلمية المدروسة والمناسبة لطبيعة التكوين والبنية الجيولوجية للهضبة.

(٣) إلغاء إقامة الحدائق على الحافة، ويجب أن يتم رى الحدائق بطريقة التنقيط لا الغمر.

(٤) وضع شروط للبناء تتناسب مع ظروف الهضبة.

(٥) ردم الحفر والأجزاء المنهارة بطبقات من مخلفات مواد البناء والأحجار، لمنع تجمع المياه فيها وتسربها تحت السطح.

(٦) إقامة شبكة حديدية على جانبى طريق المقطم الصاعد الشمالى لتجنب أخطار الإنهيارات الصخرية.

(٧) وضع مثبتات معدنية لربط الأجزاء المفككة بالمناطق السليمة المستقرة بالهضبة، بواسطة عمل قشرة خرسانية مسلحة.

(٨) تجنب البناء على أو بالقرب من حافة الهضبة لمسافة يجب أن لا تقل عن ٥٠ متر.

المراجع العربية:

١- أبو الحجاج، يوسف، (١٩٦٥):

«خسف المذنب: ظاهرة كارستية وحديثة فى شبه الجزيرة العربية»، بحوث فى العالم العربى، البحث التاسع، القاهرة.

٢- الهيئة القومية للإستشعار من البعد وعلوم الفضاء، (١٩٩٧):

«جيولوجية ومخاطر منطقة جبل المقطم»، وزارة التعليم العالى والبحث العلمى.

٣- أمبابى، نبيل سيد، (١٩٧٢):

«أشكال السفوح»، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، المجلد الخامس، القاهرة.

٤- باسهل، أحمد ناصر، (١٤١٣ هجريا):

«الجيولوجيا: علم الأرض المتغيرة»، القاهرة.

٥- جودة، جودة حسنين، (١٩٦٦):

«العصر الجليدي»، منشورات جامعة بيروت، بيروت.

٦- صفى الدين، محمد، (١٩٦٦):

«مورفولوجية الأراضى المصرية»، القاهرة.

٧- عبده، طلعت أحمد محمد، (١٩٨٠):

«الآثار الجغرافية للعصر المطير بالصحراء الشرقية»، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، قسم الجغرافيا.

المراجع الأجنبية :

1- Balazs, O., (1972):

"Relief types of tropical karst areas", Intnl. Geogr. union, Hungary.

2- Butzer, k.w., (1961):

"Climatic change in arid regions since the Pliocene", Arid zone Research, UNESCO, Vol. 18.

3- Butzer, k.w., (1965):

"Environment and archeology: An introduction to Pleistocene geography" London.

4- Chorley, R., (1977):

"Water Earth and Man," London.

5- Holmes, A., (1978):

"Principles of physical geology", Third edition, Hampshire.

6- Leet, L.D., & Judson, S., (1960):

"Physical geology", New Jersey.

7- Levin, H.L., (1990):

"Contemporary physical geology", Third edition, London.

8- Mabutt, J.A., (1977):

"Desert landforms", First edition, the Mit press, Cambridge.

9- Moustafa, A.R. & Yehia, M.A. & Abdel Tawab, S., (1985):

"Structural setting of the area east of Cairo", Mid East. Res. Cent. Ain Shams Univ. vol.5.

10- Said, R., (1954):

"Remarks on the geomorphology of the area East of Helwan", Bull. de la soc de Geog. D'Egypte, tom xxvII.

11- Said, R., (1962):

"Geology of Egypt", New Amesterdam.

12- Sandford, K.S. & Arkell, W.J., (1939):

"Paleolithic man and the Nile Vally in lower Egypt", Chicago.

13- Shukri, N.M., (1953):

"The geology of the desert east of Cairo", Bull. Inst, Des. Egypt.

14- Shukri, N.M., & Akmell, G., (1953):

"The geology of Gebel El Nassuri and Gebel El Anqabia district", Bull de la soc. de Geog. d'Egypt, T.26.

15- Strougo, A., (1985):

"Eocene stratigraphy of the eastern greater Cairo: Gebel Moqattam- Helwan Area",Mid. East Res. Cen. Ain Shams Univ. Vol. 5.

16- Sweeting, M.M., (1972):

"Karst Landforms", Macmillan, third edition, London.

17- Wigley, T.M., (1975):

"Karst Geomorphology and hydrology", London.

18- Zeuner, F.E. (1959):

"the Pleistocene Period: Its climate chronology and faunal successions", London.





البحث الثالث

بعض التغيرات المورفولوجية في دلتا النيل

ندوة نهر النيل والتنمية، كلية الآداب

فرع بنها، جامعة الزقازيق، ٢٠٠٠



بعض التغيرات المورفولوجية في دلتا النيل

مقدمة:

تمثل دلتا النيل أهم ظاهرة چيومورفولوچية فى جمهورية مصر العربية، ونظراً لأهميتها فقد حظيت هذه الدلتا بدراسات عديدة من قبل الجيولوجيين والچيومورفولوچيين، منها ما يتعلق بنشأة الدلتا، أو مراحل تطورها، أو ما بها من ظاهرات جيومورفولوجية.

وتشير الدراسات الجيولوجية أن لدلتا النيل تاريخ جيولوجى معقد، فقد تعرضت لحدوث تغيرات مناخية، وكذلك تذبذب فى منسوب سطح البحر المتوسط الذى تنتهى إليه، ونظراً للطبيعة الديناميكية لهذه الدلتا، فقد تعرضت لحدوث تغيرات مورفولوجية منذ نشأتها وحتى الآن، ومن المتوقع إستمرار حدوث هذه التغيرات والتى قد ينشأ عنها حدوث أخطار چيومورفولوچية.

وتهدف هذه الدراسة إلى التعرف على أهم العوامل المسئولة عن حدوث تغيرات مورفولوچية فى دلتا النيل، وإلقاء الضوء على بعض التغيرات المورفولوچية بهذه الدلتا، والتعرف على أهم الأخطار الچيومورفولوچية التى تتعرض لها دلتا النيل فى الوقت الحاضر، ووضع الحلول المناسبة لها. وتنقسم هذه الدراسة إلى أربعة محاور رئيسية هى:

أولاً: موقع ونشأة دلتا النيل.

ثانياً: عوامل حدوث تغيرات مورفولوچية فى دلتا النيل.

ثالثاً: بعض التغيرات المورفولوچية فى دلتا النيل.

رابعاً: الأخطار الچيومورفولوچية التى تتعرض لها دلتا النيل.

أولا: موقع ونشأة دلتا النيل

تقع دلتا النيل فى القسم الشمالى من جمهورية مصر العربية، وتتخذ شكل مثلث رأسه جنوباً شمال مدينة القاهرة بنحو ٢٣ كم، وقاعدته فى الشمال عند ساحل البحر المتوسط، ويبلغ طول الدلتا من الجنوب إلى الشمال نحو ١٧٠ كم، أما قاعدتها المتوسطة فتمتد من الشرق إلى الغرب نحو ٢٢٠ كم، وتبلغ مساحتها الإجمالية ٢٢ ألف كم٢ (محمد صفى الدين ١٩٦٦، ص٢٢١).

ويختلف تاريخ دلتا النيل عن النماذج المعروفة لدلتاوات الأنهار الأخرى، فدلتا النيل لها تاريخ جيولوجى معقد، ويرجع ذلك إلى تعدد الأنهار التى إحتلت مجرى النيل منذ نشأته، وإختلاف مصادر مياهها، وكمية المياه التى كان يحملها كل نهر، ونوع الرواسب التى جاء بها. ولهذا تعاقب على موقع الدلتا الحديثة عدد من الدلتاوات إختلفت كل واحدة منها عن الأخرى.

بدأ تكوين دلتا فجر النيل عندما غمرت مياه البحر المتوسط وادى النيل فى عصر البلايوسين الأوسط، وكانت هذه الفترة تتميز بتزايد واضح فى كميات الأمطار وسيادة عمليات النحت والتعميق فى منطقة الدلتا، وقد تجمعت عند مصب الخليج البلايوسينى طبقات من الرواسب البحرية، وكانت هذه الرواسب تعلو مستوى سطح البحر بما يتراوح بين ١٨٠ و٢٠٠ متر فوق مستوى مياه البحر المتوسط، وكانت حافة الدلتا القديمة فى ذلك الوقت تمتد من رأس خليج السويس فى الشرق إلى وادى النطرون فى الغرب. وهذه الدلتا تمثل أول دلتاوات التى نشأت بتكوم رواسب هذا النهر الخشنة التى تم إرسابها على شكل مروحة. (رشدى سعيد، ١٩٩٢، ص٩٠).

وقد أعقب تكون هذه الدلتا أحداث كثيرة نتج عنها ملء خليج الدلتا الشمالى برواسب بحرية وسوته مع جزئه الجنوبى المرتفع، ثم إنحسرت مياه البحر عن الخليج البلايوسينى فى البلايوبلايستوسين، وتعرض إقليم الدلتا للنحت، وقد أدى هذا إلى ترسب رواسب من الرمال التى تختلف عن الرمال البلايوسينية فى إحتوائها على بللورات من الفلسبار والحصى المشتق من صخور نارية ومتحولة، مما يدل على أنها

رواسب أرسبتها المجارى المائية التى كانت تنحدر من جبال البحر الأحمر. (محمد صفى الدين، ١٩٦٦، ص٢٣٥).

ومع مجرى نهر النيل القديم أخذت الدلتا موقعها الحديث، وبدأ النهر يتفرع عند حد الدلتا الجنوبى الحالى تقريباً، وكانت مياه هذا النهر تحمل رواسب دقيقة الحبيبات ولهذا كانت تطفو فوق المياه، وامتدت بداخل البحر وبذلك تكونت النواة التى بنيت حولها دلتا النيل القديم.

تبع ذلك قدوم نهر عرف بإسم نهر ما قبل النيل كان يحمل معه رواسب خشنة من الرمال، وأرسبت هذه الرواسب على طول جبهة الدلتا دون أن تمتد بداخل البحر، وقد تسببت فى أن تكون جبهة الدلتا على شكل قوس منتظم، وهو نفس الشكل الذى إستمر حتى اليوم.

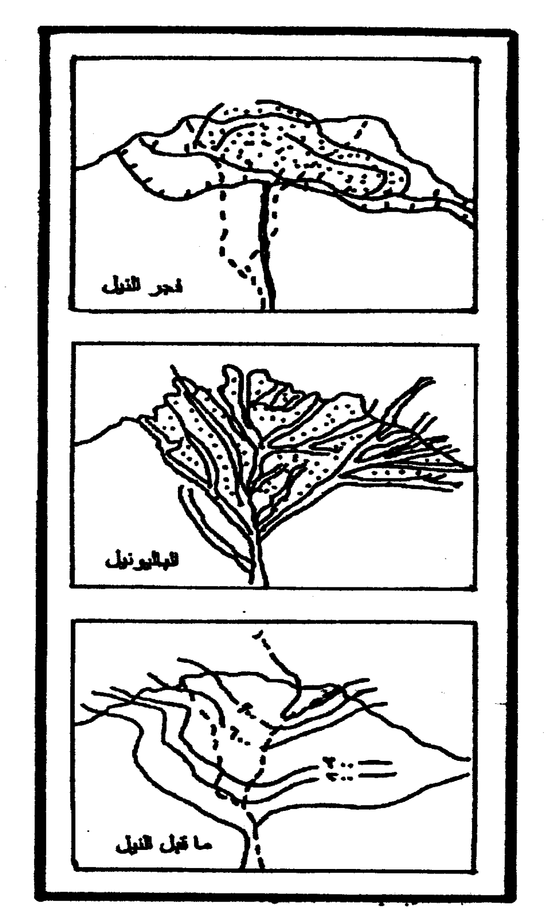
وبعد أن توقف نهر ما قبل النيل الغزير وجاء نهر النيونيل فى البلايستوسين تعرضت الدلتا لفترات طويلة من النحت والهدم، تخللتها فترات قليلة من البناء والترسيب، ونتج عن ذلك إزالة جزء كبير من هذه الدلتا القديمة وتبقى جزءاً يشكل الآن نواة الدلتا التى غطاها النيل الحديث برواسبه التى تجمعت فوقها خلال فترة السبعة إلى ثمانية آلاف سنة الماضية. (رشدى سعيد، ١٩٩٢، ص٩١)، شكل (١٦).

ثانياً: العوامل المسئولة عن حدوث تغيرات مورفولوجية فى دلتا النيل

يرجع حدوث تغيرات مورفولوجية فى دلتا النيل إلى عدد من العوامل بعضها حدث فى عصر البلايستوسين وفى العصور التاريخية، وبعضها حدث بعد بناء السد العالى، وفيما يلى دراسة لكل عامل منها:

١- الحركات التكتونية:

أوضحت العديد من الدراسات التى تمت عن دلتا النيل مثل دراسة كل من يللوزوكنتش (Yallouz & Kentech, 1945) والفيومى (EL Fayoumy, 1968) والشاذلى وآخرون (El Shazly, et al, 1975) ومبروك (Mabrook, 1979)، أن



المصدر: رشدى سعيد، ١٩٩٢.

شكل (١٦)

تطور دلتاوات النيل

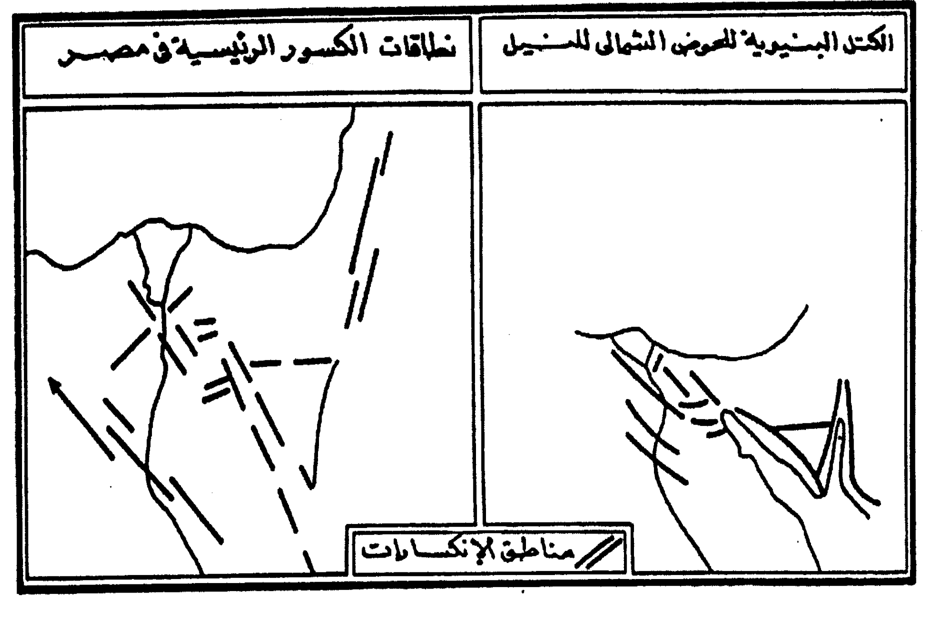
منطقة الدلتا تعد من مناطق التصدع والضعف فى الأراضى المصرية فيرى كل من يللوزوكنتش أن دلتا النيل تكونت تكتونياً وهى مغمورة بمياه البحر فى عصر الأوليجوسين، أما نحت النهر فلم يتم قبل تحول المنطقة إلى الجفاف، ومن المحتمل أن هذا قد تم فى أثناء عصر الميوسين أو بداية البلايوسين. شكل (١٧) Yallauz & Knetch,1954, p.181).

يتفق سيجاف Sigaav مع المؤيدين لنظرية تكتونية الدلتا، فلقد قام بعمل خريطة تكتونية إقليمية لمصر، وهو يعتبر دلتا النيل بمثابة حوض كبير للجزء الهامشى للبحر المتوسط، هذا الحوض يحده من الجنوب إنكسار يمتد على طول الحد الشمالى للحافة القافزة المحدبة لطريق القاهرة- السويس، ويعتقد سيجاف أن داخل حدود إنكسار الدلتا من الجنوب توجد سلسلة من الإنكسارات المتوازية. (Mabrook, 1979, p.39) Suparallel Faults.

كذلك قام الفيومى بدراسة العناصر التكتونية المختلفة والمناطق الواضحة لإقليم شرق الدلتا، وذكر أن جميع الإنكسارات فى منطقة شرق الدلتا من النوع العادى، وتتخذ إتجاهين رئيسيين هما: إتجاه شمالى غربى جنوبى شرقى، وإتجاه شرقى غربى. Ibid., p.41).

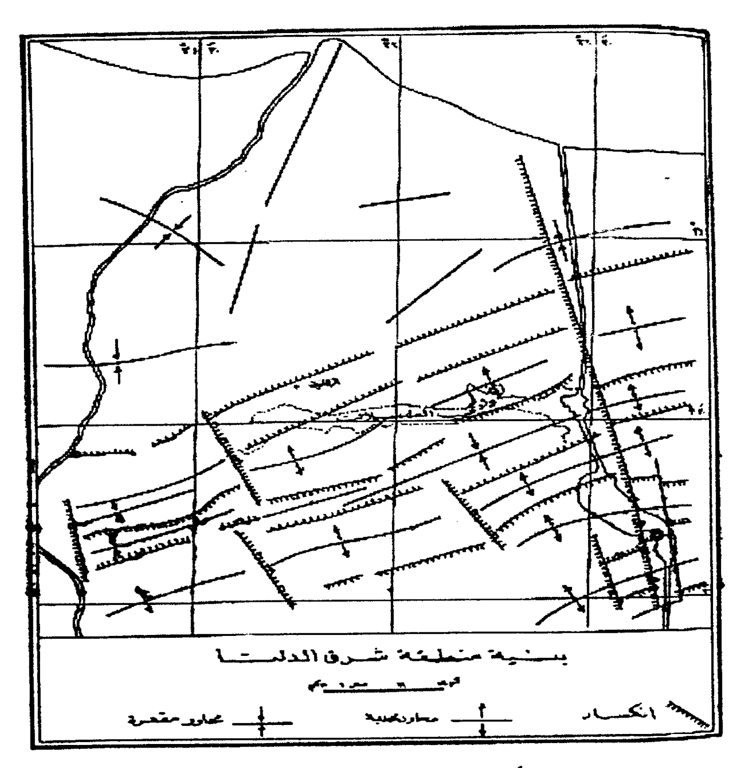
كذلك أوضحت دراسة المرئيات الفضائية وجود مجموعة من الإنكسارات فى منطقة شرق الدلتا. شكل (١٨) ومن دراسة الخريطة يتضح أن منطقة شرق الدلتا تنقسم إلى:

- الجزء الجبلى الواقع إلى الجنوب من طريق القاهرة- السويس، ويتميز بوجود عدد من الإنكسارات تأخذ إتجاه شمال الشمالى الغربى، جنوب الجنوبى الشرقى أو شمالى غربى جنوبى شرقى، ويلاحظ أن الإنكسارات فى هذا الموضع قصيرة لا يزيد طولها عن ٢٠ كم، بينما الإنكسارات المتجهة بمحور شمالى غربى جنوبى جنوبى شرقى كبيرة، وبعضها يمتد إلى خليج السويس، ليمثل الإنكسار الرئيسى الواضح فى الخليج كذلك أوضحت دراسة الشاذلى وآخرون. El Shazly, et) al., 1975, p.7) وجود بنية محدبة Anticline تظهر جنوب غربى البحيرات المرة، ويمكن مقارنتها بمثيلتها فى شمال ووسط سيناء.



المصدر: (Yallouz & Knetch, 1954. p. 172. 177)

شكل (١٧)



المصدر: أكاديمية البحث العلمى. مركز الإستشعار من البعد (١٩٧٩)

شكل (١٨)

- الجزء الثانى يقع فيما بين طريق القاهرة- السويس، وطريق القاهرة- الإسماعيلية الزراعى، ويغطى هذا الجزء إرسابات الزمن الرابع المكونة من الصلصال والرمال السطحية، وشقوق الحجر الجيرى، والإنكسارات ذات إتجاهين أساسيين هما إتجاه شمالى شمالى غربى- جنوبى جنوبى شرقى، وإتجاه شرقى- غربى. (Ibid., p.7).

أما عن تأريخ إنكسارات الدلتا، يرى كل من يللوز وكنتش أنها تعاصر تكوينات البازلت القريبة من القاهرة، وهذه التكوينات ترجع إلى الأوليجوسين أو الميوسين (Yallouz. & Knetch, 1954, p.181)

ويرى الباحثون المؤيدون لنظرية تكتونية الدلتا، أن مياه النيل تم أسرها لتنساب إلى البحر المتوسط، فى عصر الميوسين (محمد صفى الدين، ١٩٦٦، ص٩١) وهذه هى المرحلة الوحيدة من تاريخ دلتا النيل والتى حدثت فيها عملية الأسر النهرى فى الدلتا نتيجة لوجود صدوع الدلتا السابق الإشارة إليها.

فى العصور التاريخية حدثت حركة رفع شرق الدلتا، ويؤكد هذا الرأى كل من ليونز (Lyons, 1906, p.349)، (ومحمد عوض محمد، ١٩٥٦، ص٩١) ويستدل ليونز على حدوث حركة رفع شرق الدلتا من تكوين الملاحات الضخمة جنوب رأس غارب فى خليج السويس، وهذا يدل على أنها حركة رفع حديثة جداً. ويرجع بعض الباحثون إندثار الأفرع الشرقية لدلتا النيل لحركة الرفع التى حدثت فى شرق الدلتا.

كذلك تشير الدراسات إلى حدوث حركة هبوط فى القسم الشمالى للدلتا، أدت إلى طغيان مياه البحر المتوسط على الهوامش الشمالية للدلتا، ويؤيد هذا الرأى عدد من الباحثين أمثال مرى Murray لينان دى بلفون Linent de Bellefonds وبارتو Bathaux وجون بول Ball. ولقد إختلفت الآراء فى تحديد أسباب حدوث هذه الحركة، ولعل أقرب الآراء إلى الصحة هو الرأى القائل بأن طغيان مياه البحر على القسم الشمالى من الدلتا يرجع إلى هبوط سطح الأرض نتيجة توالى إرساب كميات هائلة من الرواسب التى كان يجلبها نهر النيل وفروعه الدلتاوية العديدة. (محمد صفى الدين، ١٩٦٦، ص٢٤٤).

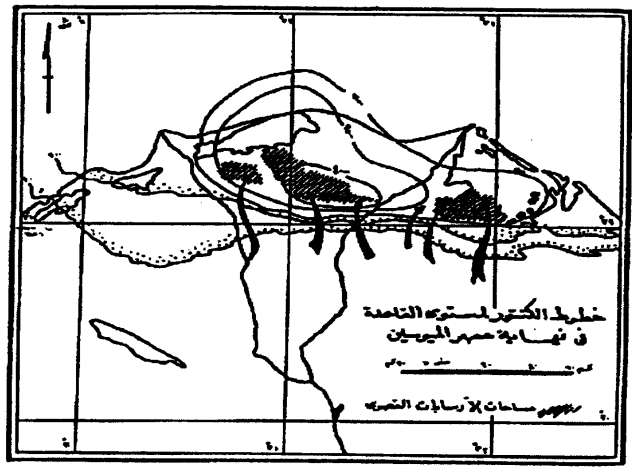
ولقد ترتب على حدوث حركة هبوط القسم الشمالى من الدلتا تقصير أطوال الأفرع الدلتاوية القديمة، وتكوين البحيرات الشمالية، إلى جانب غرق قرى ومدن ساحلية كانت معروفة فى ذلك الوقت، مثل ميناء الإسكندرية الرومانى.

٢- تغير منسوب سطح البحر المتوسط:

ثبت من الدراسات الجيولوجية أن دلتا النيل كانت مغمورة بمياه البحر خلال الزمن الأول والثانى وبداية الزمن الثالث. وفى عصر الميوسين غمرت مياه البحر الجزء الشمالى من الأراضى المصرية وتقدمت مياه البحر الميوسينى صوب الجنوب حتى خط عرض واحة سيوة، يوضح شكل (١٩) خطوط الكنتور لمستوى القاعدة فى نهاية عصر الميوسين، وهى توضح أنه عند بداية هذا العصر كان الجزء الجنوبى من الدلتا مغمور بمياه البحر (Said, 1981, pp., 13-15).

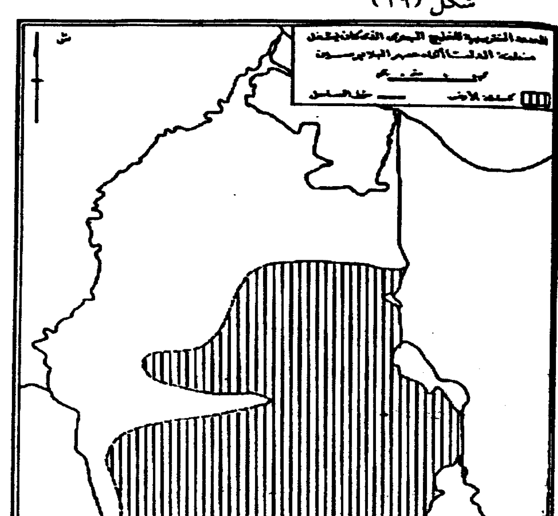
فى بداية عصر البلايوسين طغت مياه البحر البلايوسينى على الدلتا، نظراً لإرتفاع منسوب مياه بحر تتش لتدفق المياه من المحيط الأطلنطى أعلى جبل طارق. (Ibid., p.100). ولقد قدر جون بول منسوب البحر البلايوسينى فى ذلك الوقت بنحو ١٨٠ متراً فوق منسوبه الحالى، وقد أدى هذا إلى تقهقر ساحل مصر الشمالى نحو الجنوب حتى إلى الشمال من مدينة القاهرة ووادى النطرون (Ball, 1939, p.31). وفى القسم الأخير من العصر البلايوسينى، وعلى الرغم من تراجع ساحل البحر نحو الشمال نتيجة ارتفاع سطح الأرض وإنخفاض سطح البحر حوالى ٢٦ متراً عما كان عليه منسوبه فى أوائل العصر نفسه، كان ساحل الدلتا يمتد إلى الشمال من نقطة التفرع الحالية بنحو كيلو مترين أى إلى الشمال من القاهرة بنحو ٥٢ كم. شكل (٢٠).

فى أثناء عصر البلايوبلايستوسين إستمر منسوب البحر فى الإنخفاض حتى وصل فى أواخر هذا العصر إلى منسوب +٢٩ متراً، وأصبح خط الساحل يقع إلى الشمال من نقطة التفرع الحالية بنحو ٥ كم، وظلت الدلتا تحت مياه البحر حتى بداية عصر البلايستوسين.



Said, (1981). p15 :المصدر


شكل (١٩)



EL Fayoumy, (1968) :المصدر

شكل (٢٠)

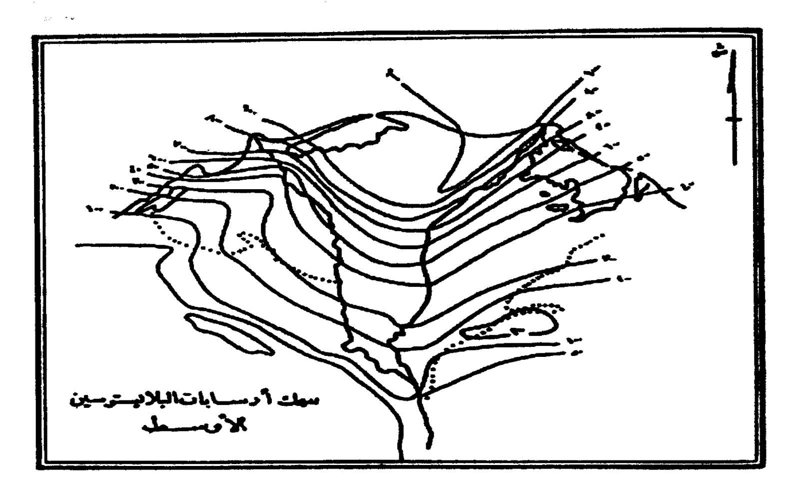
مع بداية عصر البلايستوسين إرتفع منسوب البحر إلى نحو ١٠٠ متر عن منسوبه الحالى ثم بدأ فى الهبوط تدريجياً، وفى البلايستوسين الأوسط أرسب نهر النيل إرسابات خشنة وسميكة، وتظهر هذه الإرسابات مكشوفة outcrop على طول حافات الدلتا، ويوضح شكل (٢١) سمك إرسابات البلايستوسين الأوسط، والتى يقدر سمكها فى العروض الوسطى من الدلتا بنحو ٦٠٠ متر. (Said, 1981, pp., 55-56).

فى أواسط العصر الحجرى القديم الأوسط- فترة الموستيرى- إنخفض منسوب سطح البحر المتوسط إلى نحو ١٢ متراً عن منسوبه الحالى، وتبع ذلك إنخفاض منسوب نهر النيل عن منسوبه الحالى، بنحو ١٧ متراً، وتقدمت الدلتا لمسافة ٩٠ كم شمال القاهرة، ثم حدثت حركة عكسية وإرتفع منسوب البحر إلى ١٦ متراً فوق منسوبه الحالى، وكان نتيجة ذلك سيادة الإرساب فى منطقة الدلتا. (Ball. 1939, p.31).

فى العصر الحجرى القديم الأعلى، إنخفض منسوب البحر إلى أدنى منسوب له حتى وصل إلى -٤٣ متراً تحت منسوبه الحالى، وهبط نهر النيل عند خط عرض القاهرة إلى ٣٣ متراً عن منسوبه الحالى، وتقدم ساحل الدلتا فى الشمال إلى ١١ كم تقريباً عن موقعه الحالى وإستأنفت الفروع الدلتاوية عملها فى تخفيض سطح الدلتا. (محمد صفى الدين، ١٩٦٦، ص٢٦١).

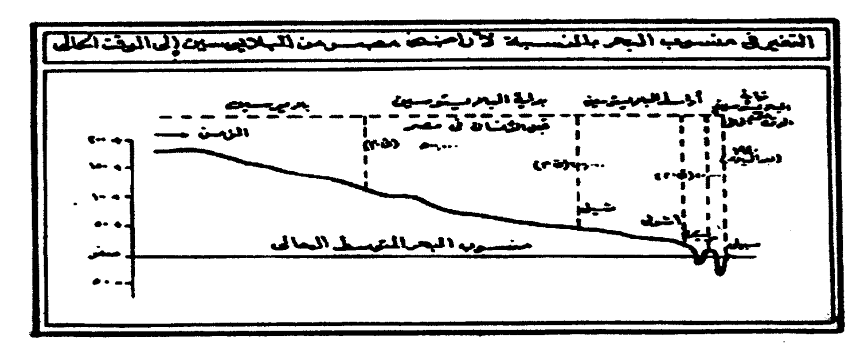
فى أثناء الفترة الممتدة من نهاية العصر الحجرى القديم والنيوليتى إرتفع منسوب البحر ونهر النيل حتى وصل هذا المنسوب فى أواسط العصر النيوليتى إلى نحو ٨ متراً فوق المنسوب الحالى وتراجع خط الساحل الدلتاوى نحو الجنوب حتى إستقر على بعد ما يقرب من إثنين أو ثلاث كيلومترات شمال موقعه الحالى. شكل (٢٢) (Ball, 1939, p.32).

ولقد ترتب على التغيرات التى طرأت على منسوب سطح البحر حدوث تغير فى العمليات الجيومورفولوجية فى دلتا النيل، فمع إرتفاع منسوب سطح البحر تجنح الأنهار إلى الإرساب، ومع إنخفاض منسوب سطح البحر تقوم الأنهار بعملية النحت. وكذلك كان من أهم النتائج التى ترتبت على حدوث تغير فى منسوب سطح البحر تكوين



المصدر: Said, (1981) p.57

شكل (٢١)



المصدر: Ball, (1939)

شكل (٢٢)

سلسلة من المدرجات النهرية River Terraces على جانبى دلتا النيل. ويوضح شكل (٢٣) إرتباط مناسيب البحر المتوسط بالمدرجات النهرية منذ نهاية البلايوسين وحتى الوقت الحالى.

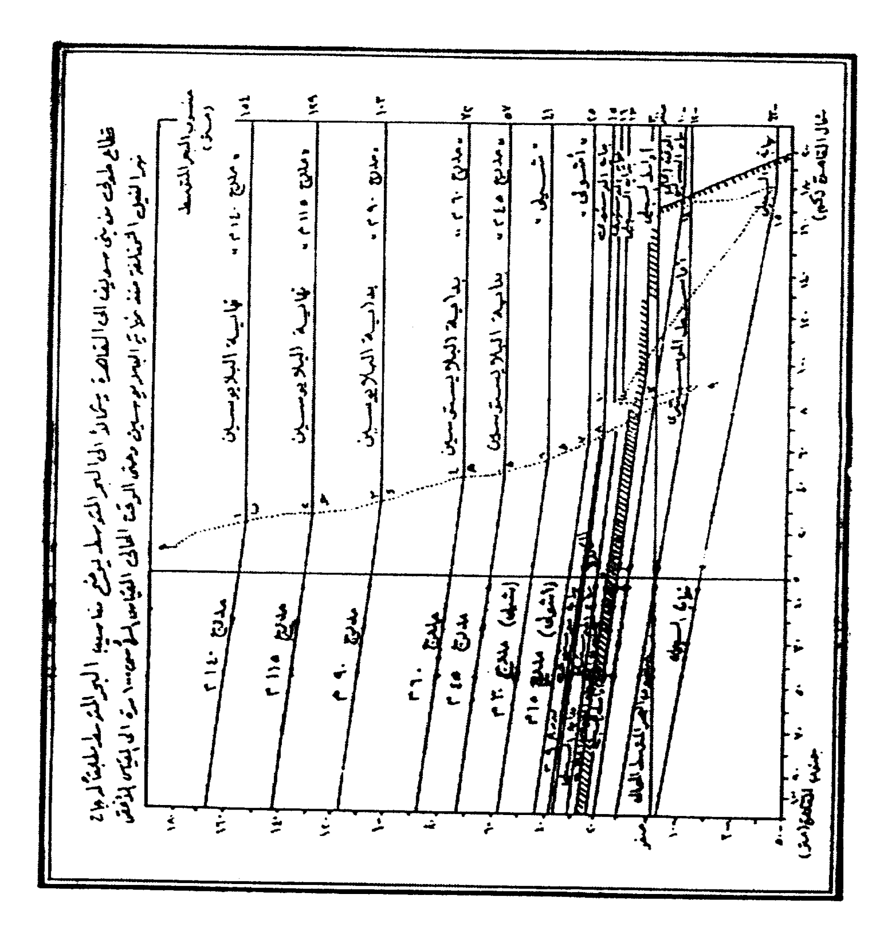
فى العصور التاريخية، حدثت حركة هبوط فى الدلتا أدت إلى طغيان مياه البحر المتوسط على الهوامش الشمالية للدلتا. ويرى مرى أن هبوط ساحل الدلتا الشمالى كان بمعدل مترين ونصف منذ الفترة الكلاسيكية حتى الآن، وبمعدل يبلغ قدره نحو ملليمتر واحد فى كل عام (محمد صفى الدين، ١٩٦٦، ص٢٤٣، نقلاً عن مرى).

٣- التغيرات المناخية:

أوضحت العديد من الدراسات الخاصة بعصر البلايستوسين أن الأحوال المناخية مرت بفترة إنتقالية منذ نهاية البلايوسين حتى أوائل البلايستوسين، حيث بدأ المناخ فى البرودة التدريجية فى جميع أنحاء أوروبا، وإنتهت فترة الدفء التى كانت سائدة فى عصر البلايوسين. ويرى بوترز أن درجات الحرارة بدأت فى الإنخفاض التدريجى منذ عصر الإيوسين حيث كانت درجات الحرارة تتراوح بين ٢٠-٢٢°، وحتى عصر البلايوسين حيث بلغت درجة الحرارة ١٠°. (Butzer, 1965, p-19).

ومع هذا الإنخفاض الواضح فى درجات الحرارة وإنتشار الجليد البلايستوسينى، حدث تزحزح فى النطاقات المناخية تجاه الجنوب. ولقد تبين من مختلف الدراسات فى نطاق العروض الدنيا، وعند الدائرة الإستوائية، أنه قد حدث أثناء الفترات الباردة إتساع فى نطاق الأمطار الإستوائية، وكثرة فى نشاط الإنخفاضات الجوية، وإزدياد كمية الأمطار الساقطة على النطاقات الجافة الحالية، ومن هنا جاءت فكرة معاصرة الفترات المطيرة فى مجال النطاق الجاف الحالى للفترات الجليدية فى العروض المعتدلة (جودة حسنين جودة، ١٩٦٦، ص ص ٣٢-٣٦).

ويرى بوترز أن الفترات المطيرة تنقسم إلى أربع فترات يفصل فيما بينها فترات جافة، وهذه الفترات ترتبط بالمراحل الجليدية الألبية الأربعة، فهو يرى أن المناخ المطير لا يوجد فقط فى أثناء الفترات الباردة، ولكن أيضاً أثناء الفترات الحارة، كما أن الأمطار العظمى



المصدر: Ball, j. (1939 p.55.

شكل (٢٣)

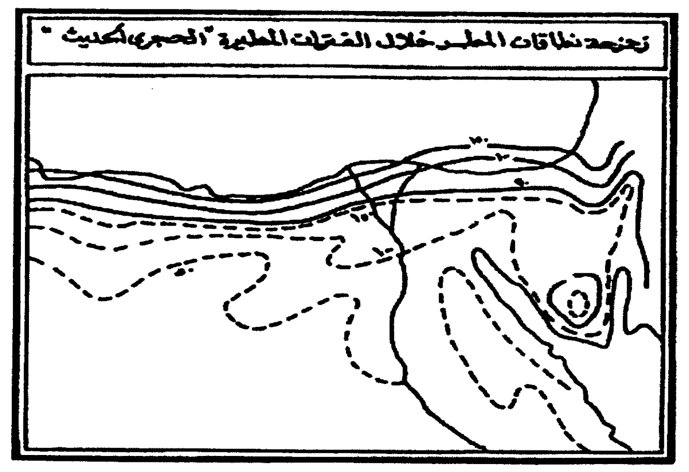
يمكن أن تحدث فى بداية تراجع الجليد المبكر، وأن أمطار البحر المتوسط لم تكن كاملة فى طور الجليد فى العروض العليا، كما أن الفترات المطيرة فى مصر وحوض النيل الأعلى جنوب الصحراء بصفة عامة، معاصرة للفترات الجليدية أى أنها تقع فى آن واحد. (Butzer, 1961, pp. 137-139).

مما سبق يتضح أن منطقة الدلتا، كان مناخها أثناء عصر البلايستوسين يختلف تماماً عن المناخ الحالى، حيث تعرضت هذه المنطقة لفترات مطيرة وأخرى جافة، حيث ساد منطقة البحر المتوسط فى عصر البلايستوسين أحوال مناخية مشابهة لما يسود نطاق غرب أوروبا المناخى الحالى، ويرى بروكس Brooks أن كمية الأمطار التى كان ينالها النطاق الصحراوى الحالى فى البلايستوسين تقدر بحوالى خمسة أمثال ما هى عليه الآن. ولقد أكد ذلك كارل بوتزر من خلال دراسته للحياة النباتية والحيوانية بالصحراء الشرقية إبان العصر المطير، ثم خرج من دراسته بخريطة توضح خطوط المطر المتساوى بالصحراء الشرقية. شكل (٢٤) وشكل (٢٥).

ومن الشكلين تتضح الزيادة الواضحة فى كمية الأمطار الساقطة على الدلتا فى البلايستوسين، حيث يلاحظ أن خط المطر المتساوى الذى يبلغ مقداره ١٥٠ ملليمتر وهو الذى يمتد إلى شمال سواحل البحر المتوسط، قد إنتقل جنوباً وشمل معظم مناطق شمال مصر ووسطها وغربها.

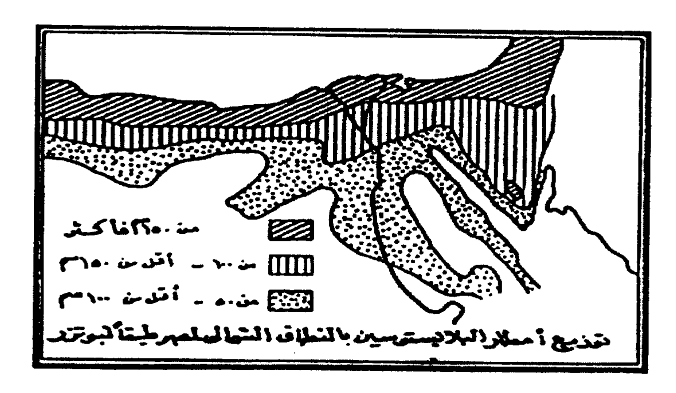
ولقد ترتب على حدوث التغيرات المناخية فى دلتا النيل أثناء عصر البلايستوسين، تغير فى كمية المياه والرواسب التى كانت تحملها أفرع هذه الدلتا، وبالتالى حدوث تغير فى العمليات الجيومورفولوجية التى كانت تقوم بها، فمن المعروف ووفقاً لقاعدة هنجنتون أن الأنهار تجنح للنحت أثناء الفترات المطيرة، وتجنح للإرساب أثناء فترات الجفاف وبذلك أسهمت التغييرات التى حدثت فى منسوب سطح البحر المتوسط أثناء عصر البلايستوسين فى تكوين ظاهرة الجزر الرملية Sand Islands المتناثرة فى الدلتا والمعروفة بإسم ظهور السلاحف Turtle Backs.

ومع بداية العصر الحديث وسيادة ظروف الجفاف بدأ تكوين سلسلة الكثبان الرملية



المصدر: طلعت أحمد محمد، ١٩٨٠

شكل (٢٤)



المصدر: طلعت أحمد محمد، ١٩٨٠

شكل (٢٥)

الساحلية والتى تمثل مظهر جيومورفولوجى رئيسى للجزء الأكبر من ساحل الدلتا الواقع إلى الشرق من خليج أبى قير، ويرى بول أن تكوين هذه الكثبان الرملية دليل على سيادة ظروف شديدة الجفاف. (Ball, 1939, pp.41-45) .

٤- التغير في النظام الهيدرولوجي لفرعي دمياط ورشيد:

أدى بناء السد العالى إلى حدوث تغير فى النظام الهيدرولوجى لنهر النيل ودلتاه، حيث نتج عن إنعدام حدوث الفيضان السنوى إنتظام منسوب المياه، وبطء سرعة جريانها، مما أدى إلى تراكم الرواسب فى قيعان فرعى دمياط ورشيد، وعلى جانبى مجرى الفرعين، وقد ساعد ذلك على نمو النباتات المائية بالمجريين، وإلتحام بعض الجزر النهرية بالنسيج الرسوبى للدلتا، كما تعرضت بعض الفروع الثانوية للإطماء.

كذلك حدث تغير فى نظام ترسيب فرعى الدلتا بعد بناء السد العالى نظراً لنقص كمية الرواسب التى كانت تساعد الدلتا على التقدم على حساب البحر المتوسط، كما حدث تغير فى المتوسط الشهرى لتصرفات فرعى الدلتا، فقد نقص تصرف فرع دمياط من ١٧٧,٣٢ مليون م٣/اليوم فى سبتمبر عام ١٩٥١ إلى ٢٢,٩ مليون م٣/اليوم، فى عام ١٩٦٥ لنفس الشهر. وسجل تغيير مماثل فى المتوسط الشهرى لتصرفات فرع رشيد من ٣٧٤,٩ مليونم٣/ اليوم فى شهر سبتمبر عام ١٩٥٦ إلى ٢٤٠,٩ مليون م٣/اليوم لنفس الشهر عام ١٩٦٥ . كذلك إنخفض المتوسط الشهرى لتصرفات فرع رشيد عام ١٩٨٠ إلى ٧,٥ مليون م٣/اليوم. وكان لهذا أثر واضح على العمليات الجيومورفولوجية السائدة فى فرعى الدلتا، ونشطت عمليات النحت عند مصبى الفرعين، وبذلك ظهرت مشكلة تآكل بعض قطاعات من الساحل الدلتاوى.

٥- حركة التيارات البحرية في البحر المتوسط:

تتميز التيارات البحرية فى نطاق المياه العميقة Deep Water Zone بإنسيابها فى إتجاه الشرق مع إندماجها مع التيارات السطحية خلال أشهر الشتاء، وتتراوح قيم سرعة التيارات بين ١٠ و٥٠سم/ الثانية، ويبلغ متوسط سرعة التيارات ٢٠سم/الثانية، كما تتميز بتغير إتجاهها خلال ٣٦٠° كل ١٢ ساعة بتأثير دورة المد والجزر.

في نطاق المياه الضحلة **Shallow Water Zone** والذى ينحصر بين عمق ٥٠م فى الشمال وخط تكسر الأمواج فى الجنوب، فقد سجلت تقديرات مركز أبحاث قناة السويس أقصى سرعة للتيارات البحرية داخل النطاق بنحو ١٠٠سم/الثانية، وحددت الإتجاه السائد للتيارات بأنه من الغرب إلى الشرق.

فى النطاق الساحلى **Littoral Zone** والذى ينحصر بين خط تكسر الأمواج فى الشمال وخط الساحل فى الجنوب على طول ساحل البحر المتوسط فيتأثر بتيارات المد وإتجاه وسرعة رياح العواصف، والتيارات المحلية المتولدة فى منطقة المصبات لكل من فرعى رشيد ودمياط، وبوغاز البرلس، ومصرف الغربية وجمصة وأشتوم الجميل، وبحيرة المنزلة، بالإضافة إلى التيار الساحلى الطولى الذى يعد أهم عنصر فعال داخل هذا النطاق.

ويشير تحليل نتائج قياسات وتقديرات معهد حماية الشواطئ إلى أن أقصى طاقة للتيار ١,٤٣ متر/الثانية فى منطقة دمياط، وإن الإتجاه السائد من الغرب إلى الشرق، وينعكس التيار إتجاهه فى أشهر مارس وأبريل وأكتوبر ونوفمبر، حيث سجل أقصى سرعة له خلال هذه الأشهر ١,١٨ متر/الثانية فى منطقة البرلس. كما لوحظ أن سرعة التيار تزيد فى أشهر الصيف عنها فى أشهر الشتاء، وذلك عندما تصل مستويات المد إلى أعلى مناسيب لها، كما تزداد سرعة التيار أيضاً خلال فترة رياح الخماسين الموسمية، وتغير أيضاً من إتجاهه ليصبح من الشرق إلى الغرب، وقد سجل دورتان للتيار الساحلى على كلا جانبى مصب رشيد ترتبط بإتجاه الأمواج وإتجاه وسرعة الرياح وطبوغرافية القاع. (على مصطفى كامل، ١٩٩٨، ص ص ٣٣٦-٣٣٧).

٦- التدخل البشرى:

نظراً لقلة الإيراد المائى الوارد إلى فرعى دمياط ورشيد بعد بناء السد العالى، وبطء سرعة جريان المياه، تتعرض مساحات من المسطحات المائية لفرعى دمياط ورشيد للإطماء وإنكماش فى مساحة المسطح المائى. ويقوم السكان بتحويل المساحات التى تتعرض للإطماء إلى أراضى زراعية أو سكنية. ولهذا أثره السلبى على مساحة المسطحات المائية للفرعين، وكذلك على طبيعة العمليات الجيومورفولوجية السائدة فى الفرعين.

ثالثاً: بعض التغيرات المورفولوجية في دلتا النيل

ترتب على حدوث حركة الرفع شرق الدلتا، وتغير منسوب سطح البحر المتوسط، والتغيرات المناخية فى عصرى البلايستوسين والحديث، والتغير فى النظام الهيدرولوجى لفرعى دمياط ورشيد بعد بناء السد العالى، حدوث تغيرات مورفولوجية فى دلتا النيل، ومن المتوقع إستمرار حدوث بعضها فى المستقبل، مما يمثل خطراً مورفولوجياً على بعض قطاعات من الدلتا. وتشمل هذه التغيرات مايلى:

١ - تغير موقع قمة الدلتا:

أوضحت الدراسات الجغرافية أن قمة الدلتا كانت غير ثابتة خلال آلاف السنين منذ العصور البشرية الحجرية والتاريخية، فقد أشارت هذه الدراسات إلى أن قمة الدلتا مرت بدورين هما: الأول دور تقدمت فيه قمة الدلتا نحو الشمال منذ ظهورها فى منطقة ممفيس فى أوائل عصر البلايستوسين وقبل العصر الحجرى القديم الأسفل، وقد إستمر هذا التقدم حتى إنتهى فى القرن الخامس عشر الميلادى، إذ أصبحت قمة الدلتا عند شطانوف. أما الدور الثانى فهو دور تراجعت فيه قمة الدلتا نحو الجنوب، وبدأ منذ القرن الخامس عشر الميلادى حتى الوقت الحاضر إذ أصبحت قمة الدلتا جنوب شبه جزيرة الشعير.

ولقد أرجع د. على عبد الوهاب شاهين تغير موقع قمة الدلتا إلى إقتطاع أجزاء من الأرض المحصورة بين فرعى النيل عند رأس المثلث، وتحويلها من شبه جزيرة إلى جزيرة نيلية، الأمر الذى يترتب عليه تحرك نقطة التفرع ناحية الشمال، ولكن فى بعض الفترات لا تلبث هذه الجزر أن تلتحم بالأرض مرة ثانية وبذلك تتجه نقطة التفرع نحو الجنوب، وبناء على ذلك يكون التغير فى موضع نقطة التفرع بسبب نشاط عملية النحت فى فترة من الفترات مما يؤدى إلى تعميق النهر لمجراه، الأمر الذى يترتب عليه تعرض الأجزاء التى تقع إلى الشمال مباشرة من نقطة التفرع إلى نشاط فى عملية النحت الجانبى للمجرى النهرى من ناحية، وإلى نشاط فى تسرب مياهها الجوفية إلى المجرى النهرى من ناحية أخرى، وعليه فتؤدى عملية تسرب هذه المياه إلى عملية النحت الباطنى التى تؤدى إلى وجود رقبة منخفضة المنسوب ينتهى بها الأمر إلى أن تصبح

منطقة تغمرها مياه النهر فى فترات فيضانه، وينفصل الجزء الواقع إلى الجنوب منها مكوناً جزيرة نهرية، ومع نشاط عملية النحت عند طرفها الشمالى، وعند نقطة التفرع الجديدة تبدأ المسافة بينهما فى الإستطالة حتى يبدو مجرى النيل إلى الشمال من هذه الجزيرة فى صورة مجرى مستطيل ويبدو أن عملية إقتطاع الجزر من الأرض الواقعة إلى الشمال من نقطة التفرع لها إرتباط بعملية الهبوط فى مستوى سطح البحر، والتى تؤثر بدورها على نشاط النحت الرأسى للنهر، وتنقلب هذه الصورة وينشط الإرساب نتيجة لضعف تيار المياه فى النهر عند الأطراف الشمالية لهذه الجزر خاصة وأنها تقوم بدور العائق فى المجرى النهرى الذى يؤدى ضعف تيار مياه النهر وإرساب ما به من حمولة، وتتضح عملية الترسيب عندما يرتفع منسوب سطح البحر فتلتحم الجزر النيلية وتتقهر نقطة التفرع صوب الجنوب. (على عبد الوهاب شاهين، ١٩٧٧، ص ص ١٦١-١٦٢).

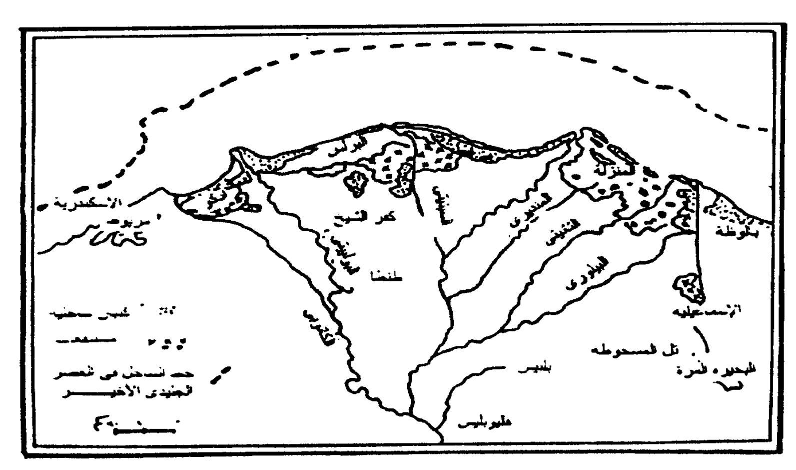
٢- إندثار الأفرع الدلتاوية القديمة:

كانت فروع الدلتا أكثر عدداً خلال معظم التاريخ أكثر مما هى عليه الآن، فقد ذكر هيرودوت أن لدلتا النيل خمسة أفرع، ويرى الإدريسى أن عدد أفرع الدلتا ستة أفرع، وذكر سترابو Strabo أن دلتا النيل كان لها سبعة أفرع وهى من الشرق إلى الغرب، الفرع البيلوزى Pelusiac نسبة إلى بلدة بيلوزيوم ويكاد ينطبق مجراه مع بعض أجزاء من مجرى ترعة الشرقية وأبى الأخضر وفاقوس، الفرع التانيتى Tanitic نسبة إلى بلدة تانيس التى كانت فيما مضى أكبر مراكز الإستقرار فى الطرف الشرقى لبحيرة المنزلة، وتنطبق بعض أجزاء من مجراه مع بحر مويس، الفرع المنديزى Mendesian، ويكاد ينطبق الجزء الأدنى للبحر الصغير مع هذا الفرع، الفرع الفاتنيتى Phatenetic، ويطابق فرع دمياط الحالى، الفرع السابنيتى Sybennetic ويتمشى مجراه مع المجرى الحالى لبحر تيره، الفرع البلبيتى Bolbitic ويطابق فرع رشيد، والفرع الكانوبى Canopic ويقع فى غرب الدلتا، وكان ينتهى فى بحيرة أدكو، (محمد عوض محمد، ١٩٥٢، ص١٩٠) شكل (٢٦).

ويرجع العلماء تكون الأفرع الدلتاوية خلال الفترة التى سبقت الإرتفاع الكبير الذى حدث فى منسوب سطح البحر سنة ٥٠٠٠ق.م، والتى كان فيها سطح البحر واطئاً، ومن المؤكد أن فروع الدلتا كانت موجودة خلال عصر ما قبل الأسرات. (رشدى سعيد، ١٩٩٢، ص٨٧).

ومن التغيرات المورفولوجية التى حدثت فى دلتا النيل إندثار خمسة أفرع للدلتا، وتبقى الفرع الفاتننيتى ويمثل فرع دمياط حالياً، والفرع البولبيتى ويمثل فرع رشيد حالياً. وترجع أسباب إندثار هذه الأفرع إلى الأسباب التالية:

- يرجع كل من ليـونز Lyons ومحمد عوض إندثار الأفرع الدلتاوية إلى حركة الرفع التى حدثت فى شرق الدلتا، والتى نتج عنها إنصراف المياه من فروع الدلتا الشرقية إلى الفروع المنخفضة فى الوسط والغرب. (Lyons, 1906, pp.348-349) و(محمد عوض محمد، ١٩٥٢، ص ص ١٧٤-١٩٢).



المصدر: رشدى سعيد، ١٩٩٢.

شكل (٢٦)
الأفرع الدلتاوية القديمة

- يرى (على عبد الوهاب شاهين، ١٩٧٧، ص ص ١٦٤-١٦٦) أن فروع الدلتا القديمة تنقسم حسب الإنحدار العام للمخروط الإرسابى الدلتاوى إلى فروع رئيسية، وأخرى ثانوية، وقد تم إندثار الفروع الثانوية نتجة لنشاط عملية الإرساب عند مخارج هذه الفروع من الفروع الرئيسية بسبب إضطراب مياه النهر عند إصطدامها بجانبى مدخل الفرع الثانوى، وبذلك يتكون حاجز إرسابى يبتر الفرع الثانوى عن الفرع الرئيسى.

ويرجح د. على عبد الوهاب شاهين، (المرجع السابق ص ص ١٦٥-١٦٨) أن الفروع الرئيسية التى كانت تنتهى مياهها إلى البحر مباشرة تنشط فيها عمليات النحت، أما الفروع الثانوية التى كانت تنتهى إلى بحيرات تنشط فيها عمليات الإرساب، ومع إستمرار عمليتى النحت على طول الفروع البحرية والإرساب على طول الفروع البحيرية إنحسرت المياه عن الفروع البحيرية خاصة فى فترات التحاريق وإقتصر جريان المياه على فترات الفيضان.

- يرى كل من العدوى ومحمد صفى الدين، ويلكوكس وكريج أن الإرساب يعد من أهم العوامل التى أدت إلى إندثار الأفرع الدلتاوية القديمة، ويرى أحمد محمد العدوى، ١٩٣٩، ص١٥٣) أن الإرساب هو العامل الأساسى فى إندثار الأفرع الدلتاوية، سواء كان الإرساب بجوار الشاطئ أم فى الداخل خصوصاً فى سهل منبسط كدلتا النيل يسهل معه تحول المجارى المائية من حالة إلى أخرى.

٣- التغيرات المورفولوجية في فرعي دمياط ورشيد:

حدثت تغيرات مورفولوجية فى فرعى دمياط ورشيد شملت تغير فى مساحة المسطح المائى، وفى إتساع المجريين، وطول المجرى وتعرجه، كما حدثت فى الجزر النهرية المنتشرة فى مجربى الفرعين.

- **مساحة المسطح المائي:** Water Surface Area

فقد المسطح المائى لفرع دمياط نحو ٢٧٪ من مساحته خلال الربع قرن الماضى، إذ إنخفضت المساحة المائية للفرع من ٦٦كم٢ إلى ٤٨,١ كم٢، وبذلك إنكشفت المياه

عن حوالى ١٨ كم٢ ظهرت كشطوط متاخمة للمجرى الجديد المنحسر، أو مساحة من الطمى والرمال أضيفت للجزر والمنعطفات النهرية للفرع. (محمد مجدى تراب، ١٩٩٠، ص١٩).

وكذلك تناقص إتساع مجرى فرع رشيد، حيث إنخفضت مساحة المسطح المائى للفرع من ١٤٨,٩ كم٢ إلى ١٠٢,٣ كم٢ خلال الفترة من ١٩٢٥ إلى ١٩٩٣م، وبذلك فقد المجرى مسطح مائى قدرة ٤٦,٦ كم٢. (صابر أمين دسوقى، ١٩٩٧، ص٦١).

- **إتساع المجرى:** Stream Width

سجل المتوسط العام لإتساع قناة فرعى دمياط ورشيد تناقصاً كبيراً فى عرض المجرى، وتتباين معدلات التناقص من مكان إلى آخر. بصفة عامة تنخفض قيمة المساحة المفقودة من المسطحات المائية عند المحلات الحضرية، ويرجع ذلك للتدخل البشرى فى تهذيب المجرى بإزالة نواتج الإطماء التى تظهر أمام المدن، وتكسيه جوانب المجرى، وإزالة النباتات المائية.

ويزيد مقدار التناقص فى إتساع المجرى فى الأجزاء التى يتشعب فيها المجرى، ويرجع ذلك إلى إلتحام بعض الجزر بإحدى جانبى المجرى، كما يصل معدل التناقص أعلاه فى المنعطفات النهرية بسبب فقد المجرى لجزء كبير من طاقته وكفاءته وميله لترسيب حمولته على الجوانب المحدبة للمنعطفات.

وتعد الأجزاء المستقيمة من أقل القطاعات تغيراً فى إتساع المجرى، بينما تعد القطاعات الوسطى من الفرعين أكثر أجزاء الفرعين إنحساراً. وفى إتجاه مصبى الفرعين يقل إنكماش المسطح المائى، ويرجع ذلك بالنسبة لفرع رشيد أن هذا القطاع من الفرع يعد أقل القطاعات تأثراً بالتغير فى كمية التصريف المائى بعد بناء السد العالى، أما بالنسبة لفرع دمياط فيرجع ذلك إلى بعد مؤثرات الإطماء ووقوف سد دمياط الركامى ليحول دون إنسياب الحمولة النهرية عبر المصب (محمد مجدى تراب، ١٩٩٠، ص١٩).

- طول المجري وتعرجه: Channel Length and Sinuosity

سجل طول مجرى فرع دمياط زيادة إجمالية تقدر بنحو ٢١٥٠ متراً خلال الربع قرن الأخير، يعد بناء السد العالى سبب زيادة تعرج القناة النهرية، ويرجع ذلك إلى إلتحام بعض الجزر النهرية بضفاف المجرى، وإطماء الضفاف المحدبة للمنعطفات مما يسهم فى زيادة تقوسها، وإندثار السيالات الموسمية الضيقة، وتساقط الحمولة العالقة على جوانب وقاع المجري وتشكيل الشطوط والجزر النهرية المغمورة إلى جانب طبيعة سطح الدلتا البطيء الإنحدار الذى يسمح بنمو وتطور المنعطفات النهرية بحرية تامة.

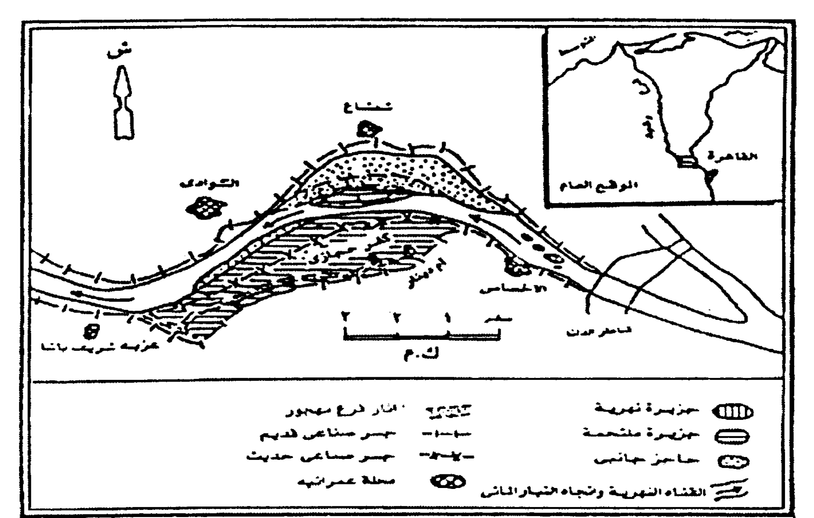
- هجرة القناة النهرية: Migration of the Channel

يتعرض كل من مجريى فرعى دمياط ورشيد لهجرة جانبية، ويرجع ذلك إلى وجود جزر فى وسَط المجرى فى أماكن مختلفة، مما يترتب عليه إنقسام القناة النهرية فى موضع كل جزيرة إلى فرعين، وبسبب إلتحام الجزر بأحد جانبى المجرى، يضمحل الفرع الثانوى تدريجياً وتطمره الرواسب ويهجر نهائياً، وتلتحم الجزيرة بالنسيج الرسوبى للدلتا، وتنتقل المياه من الفرع الثانوى إلى الرئيسى الذى يتسع على حساب الفرع الثانوى ويستوعب مياه القناة كلها.

ولقد أشار محمد مجدى تراب (١٩٩٠، ص٩) إلى توالى هجرة القناة النهرية لفرع دمياط فى إتجاه الشرق بصفة عامة. أما بالنسبة لفرع رشيد أوضح صابر أمين دسوقى (١٩٩٧، ص٧٦) حدوث هجرة للمجرى فى قطاع الاخصاص- عزبة شريف باشا صوب الشمال بمقدار ١٥٠٠م تقريباً بين عامى ١٩٢٥- ١٩٩٣م بسبب إلتحام جزيرة أم دينار بالنسيج الرسوبى للدلتا. شكل (٢٧). كما حدثت هجرة للمجرى بين أبو عوالى وزاوية رازين صوب الغرب نحو ١٠٠٠م بين سلامة والأخماس، وصوب الشرق نحو ١٠٠٠م بين أبو عوالى ومؤنسة بسبب إلتحام الجزر. شكل (٢٨).

- تغير الجزر النهرية :

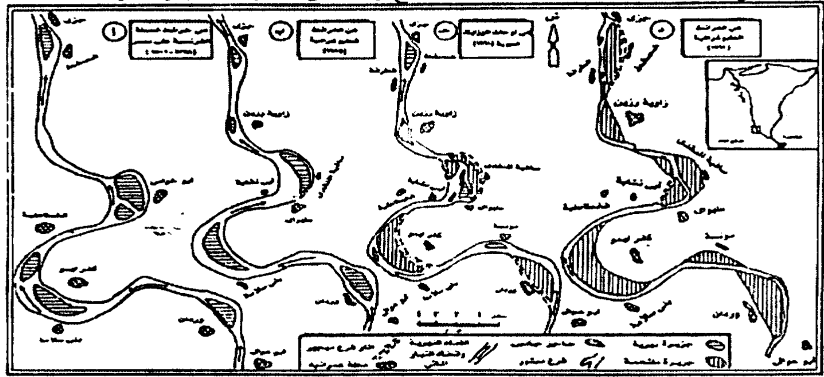
من ملامح التغير المورفولوجى الحديث فى مجريى فرعى دمياط ورشيد حدوث تغير



المصدر: صابر امين دسوقي، ١٩٩٧.

أعدت من : لوحات الموزايك ١ :٥٠,٠٠٠ والدراسة الميدانية

شكل (٢٧) التغيرات المورفولوجية لمجرى فرع رشيد بين قناطر الدلتا وعزبة شريف باشا



المصدر: (صابر أمين دسوقي، ١٩٩٧، ص٨٥)

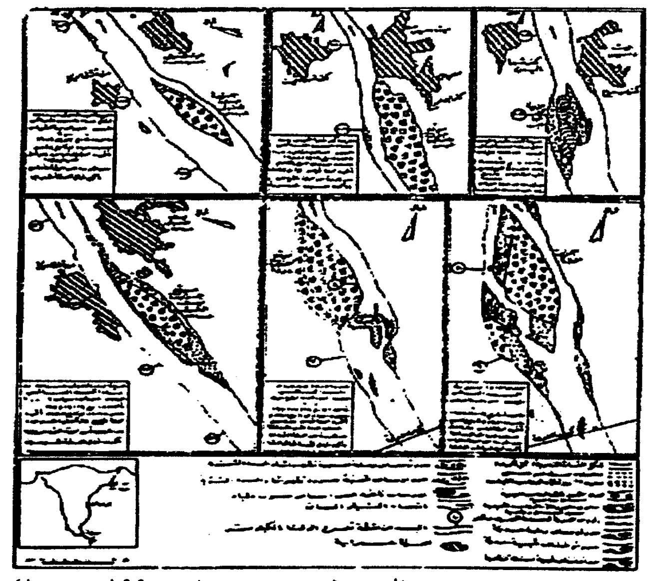
شكل (٢٨) تغير الجزر النهرية في مجرى فرع رشيد بين أبو عوالي وجزى

فى الجزر النهرية من حيث عدد الجزر، توزيعها الجغرافى، ظهور جزر جديدة، تغير فى مساحات الجزر.

- **التغير العددى للجزر:** إنخفض عدد الجزر فى فرع رشيد من ٣٤ جزيرة عام ١٩٢٥م إلى ١٥ جزيرة عام ١٩٩٣م، وكذلك تقلص عدد الجزر فى فرع دمياط من ٢٤ جزيرة قبل بناء السد العالى إلى ١٥ جزيرة فقط عام ١٩٩٠. ويرجع ذلك إلى إلتحام بعض الجزر بأحد جانبى المجرى وخاصة بالجوانب المحدبة للثنيات، وأصبحت جزءاً لا يتجزأ من النسيج الفيضى للدلتا، أو لتعرض بعض الجزر للإزالة، أو لوجود جزر مغمورة تحت سطح المياه، كما هو الحال فى القطاع الأوسط من فرع دمياط، حيث توجد ثمانى جزر مغمورة تحت سطح الماء ولا تظهر إلا أثناء السدة الشتوية.
- **إلتحام بعض الجزر:** إلتحمت بعض الجزر بأحد جانبى المجرى لتصبح جزءاً من النسيج الرسوبى للدلتا بعد تعرض الفروع الثانوية للإطماء، ومن الأمثلة على ذلك فى فرع رشيد إلتحمت كل من الجزيرة الموجودة غرب زاوية رازين، وجزيرة إسراف، وجزيرة وردان بالنسيج الرسوبى للدلتا تماماً، وإلتحام الجزيرة الواقعة جنوب بلدة مؤنسة بالجانب الشمالى للمجرى.

فى فرع دمياط إلتحمت ثلاث عشرة جزيرة، سبع منها بالضفة الشرقية للمجرى، وتقع جميعها شمال قناطر زفتى بإستثناء جزيرة العنز، وإلتحمت ست جزر بالضفة الغربية للفرع وتقع جميعها جنوب قناطر زفتى فيما عدا جزيرة أويش الحجر. شكل (٢٩) (محمد مجدى تراب، ١٩٩٠، ص١٥٤). و(صابر أمين دسوقى، ١٩٩٧، ص٧٦).

- ظهور جزر جديدة: ظهرت فى فرع رشيد جزيرة صغيرة فى المجرى الرئيسى بين بلدة أبى نشابة وبلدة بنى سلامة، وجزيرة أخرى جنوب بلدة مونسة. فى فرع دمياط ظهرت إثنتا عشرة جزيرة، أربع منها برزت فوق صفحة المياه، بينما هناك ثمانية جزر لازالت مغمورة تحت سطح المياه، ولا تظهر إلا أثناء السدة الشتوية.



المصدر: (محمد مجدى تراب، ١٩٩٠، ص١٥٥)

شكل (٢٩)
مورفولوجية بعض الجزر التى إلتحمت بالسهل الفيضى الدلتاوى بعد بناء السد العالى
(أ) جزر واقعة عند أجزاء مستقيمة فى المجرى

وفى هذا الفرع تنتشر الجزر المغمورة فى مسافة يبلغ طولها ٢١ كم، وتحتل جزء من الفرع تتوسطه مدينة المنصورة، على حين تنتشر الجزر الحديثة التى ظهرت فوق صفحة المياه إلى الجنوب من قناطر زفتى بإستثناء جزيرة جراح الواقعة إلى الشمال منها بحوالى ١٢كم. أما الجزر المغمورة فتتناثر عند الأجزاء المستقيمة من المجرى، كما يرتبط إنتشارها بالقطاع الضحل من فرع دمياط وذلك لسهولة تراكم الرواسب الفيضية وبروزها على القاع كما أوضحت الدراسة أن الجزر الحديثة تتشكل بصورة أكثر إقتراباً من الضفاف الغربية

للفرع، أما الجزر التى لازالت مغمورة تحت صفحة المياه تكاد تتوسط المجرى. (محمد مجدى تراب، ١٩٩٠ (٢)، ص١٥٩-١٦٠).

رابعا: الأخطار الجيومورفولوجية في دلتا النيل

تتعرض بعض أجزاء من دلتا النيل لبعض الأخطار الجيومورفولوجية والتى تتمثل فى تآكل وتراجع قطاعات من الساحل الشمالى للدلتا، زيادة معدلات النحت فى قطاعات محددة من جوانب مجريى فرع دمياط ورشيد، حدوث إطماء تدريجي لبعض قطاعات من مجريى الفرعين والتعديات البشرية على مساحات من المسطحات المائية لمجريى الفرعين.

١- تآكل الساحل الشمالي للدلتا:

تتعرض بعض قطاعات من الساحل الشمالى للدلتا للتآكل والتراجع خاصة بعد بناء السد العالى، ومنع وصول الطمى للساحل مما أخل بتوازنه الديناميكى بشكل واضح إنعكس على تراجع قطاعات منه بمعدلات سريعة، وتلاشى بلاجات الإصطياف فى منطقة رأس البر، وعزبة البرج، وعرب مصب رشيد. وأهم هذه القطاعات مايلى:

- **منطقة مصب فرع رشيد:** أوضحت المقارنة بين مسح عام ١٩٢٢ و١٩٧٥ حدوث تغيرات فى أجزاء كل من الرصيف الداخلى والأوسط والخارجى، حيث سجل إختلاف بين المسحيين لمناسيب الأعماق للرصيف الداخلى لمخروط رشيد بين -١٠متر و-٣٦متر. يتراوح بين ١٥,٧كم تقريباً، ويرى كل من توماورازين وستانلى أن معدل النحت بالرصيف الداخلى لمخروط رشيد يتراوح بين ٨-١٠ أمثال معدل الإرساب الذى ساد جميع أجزاء المخروط فى بداية تشكيله (على مصطفى كامل، ١٩٩٨، ص٣٩ نقلاً عن Toma, 1980). شكل (٣٠).
- **منطقة البرلس:** تميز رصيف منطقة البرلس بسيادة عمليات النحت فى الفترة من ١٩٤٥م حتى وقتنا هذا فى رصيفه الداخلى فى النطاق المحصور بين الساحل ومنسوب -٢٠متر تقريباً، وعمليات الإرساب فى رصيفه الأوسط والخارجى. شكل (٣١) (المرجع السابق، ص٣٣٩) وفى منطقة بلطيم شرق فتحة البرلس

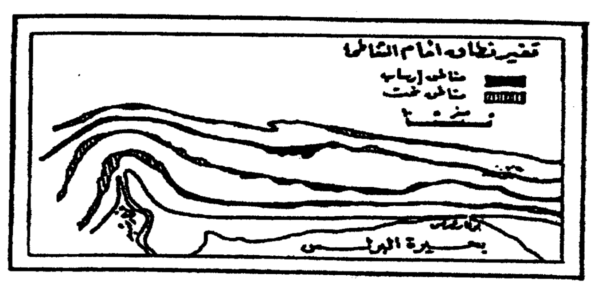


المصدر: على مصطفى كامل، ١٩٩٨، نقلاً عن كريك

شكل (٣٠)

بنحو ١٠ كم، تعرض الشاطئ للتآكل، وتراجع خط الشاطئ مما أدى إلى تدمير الشاليهات المتاخمة للبحر وإزالة البلاجات الرملية. ويرجع ذلك إلى تكرار حركة وسرعة التيارات البحرية الشرقية التى تقوم بالنحت فى الجانب الشرقى لمخرج بحيرة البرلس. (Fanos, 1990, p.29).

- **منطقة رأس البر:** سجلت تراجعات لخط الشاطئ بمعدلات سريعة خاصة بعد إنشاء سد فارسكور. حيث حدث تآكل فى مصب فرع دمياط، وفقد المجرى حوالى ٨٠٠ متر من طوله بسبب الخلل الذى أصاب التوازن الهيدرولوجى لمنطقة العبد بعد بناء السد العالى. وبلغ معدل النحر البحرى أقصاه خلال السنوات الأخيرة ليصل نحو ٤٠ متر/سنة بعد عام ١٩٧٣، بينما لم يتجاوز هذا المعدل أكثر من ٣١ متر/سنة خلال السنوات الأولى لبناء السد العالى. (محمد مجدى تراب، ١٩٩٠ (١) ص١٧ نقلاً عن على مصطفى كامل، ١٩٨٨).



المصدر: على مصطفى كامل ١٩٩٨، نقلاً عن ستانلى ١٩٨٥ .
شكل (٣١)

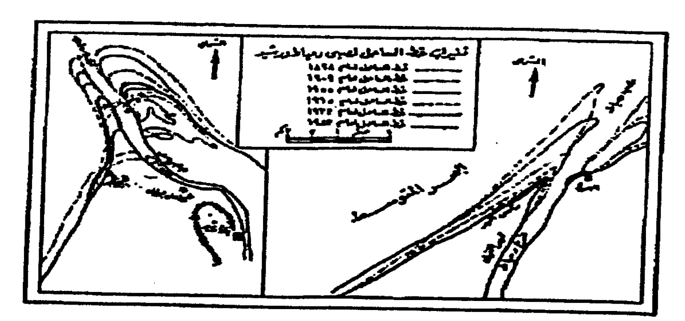
١ - حجز حمولة النهر من الرواسب أمام السد العالى، والتى كانت تعمل على تبطين قاع المصب، وبناء لسانين، وحمايته من عوامل النحت البحرى.

٢ - إطماء معظم الحمولة العالقة بالجزء الأوسط من فرع دمياط ووقوف سد دمياط الركامى كعائق يمنع وصول المؤثرات النهرية لمنطقة المصب، وظهور سمات الخلجان البحرية بها، مما كان له أثراً فى سيادة مؤثرات النحر البحرى فى منطقة المصب (المرجع السابق، ص ص ١٧-١٨).

وعلى الرغم من إنشاء العديد من المشاريع الهندسية لحماية الشاطئ من التآكل فى منطقة ساحل رأس البر إلا أن دراسة حركة الأمواج والتيارات البحرية والرسوبيات الشاطئية أوضحت إستمرار حدوث تآكل للساحل فى المنطقة إلى جانب ظهور أشكال جديدة من التآكل نتيجة تغير إتجاهات الأمواج والتيارات البحرية. شكل (٣٢).

ومن المتوقع فى المستقبل حدوث بعض المشاكل الطبيعية مثل حدوث المزيد من التآكل فى الساحل مما يهدد بالخطر المشاريع الإقتصادية مثل ميناء دمياط والبلاجات والمناطق السكنية بالمنطقة. (El Asmar, 1995, p.123).

- النطاق الساحلى الممتد فيما بين مدينتى دمياط وبورسعيد، وأهم مواضع التراجع به منطقة جبهة نتوء دمياط، وقد تراجعت نحو ١٣٠ متر خلال الفترة من



المصدر: على مصطفى كامل، ١٩٩٨.

شكل (٣٢)

١٨٥٧ و١٨٤٢ بمعدل تراجع سنوى قدره ٢٠ متراً، وبلغ هذا المعدل خلال الفترة من (١٩٤٢-١٩٥٦) ٣٣متراً. والقطاع الممتد إلى الجنوب الشرقى من لسان دمياط بإمتداد ٢٠كم تراجع خلال الفترة من ١٩٥٠ إلى ١٩٨٣ بمعدل سنوى قدره ٤٠متراً.

- منطقة الديبة تتعرض للتراجع مما يهدد بتدمير البلدة المذكورة، وقطع الحاجز الرملى بين البحيرة والبحر وتدمير الطريق الساحلى الممتد فيما بين دمياط وبورسعيد، (محمد صبرى محسوب ومحمد إبراهيم أرباب، ٢٠٠٠، ص١٦٦)
- **رصيف جمصة**: وتتمثل التغيرات فى إعادة تشكيله وزيادة إنحداره من ١ :٢٥٠ إلى ١ :٣٠٠.

كذلك أوضحت الدراسات وجود تغير فى موقع خط الساحل لمنطقة دلتا النيل بعد بناء السد العالى وحتى عام ١٩٩٣م، وقد تم دراسة هذه التغيرات بتقسيم الفترة المذكورة إلى فترتين الأولى من عام ١٩٦٤ إلى ١٩٨٣، والثانية من عام ١٩٨٤ إلى ١٩٩٣م وأوضحت الدراسة النتائج التالية:

- نطاق الساحل من المعدية حتى خفر سواحل عرب الحنفى، إنخفض معدل التراجع غرب مصب رشيد. حيث بلغ فى الفترة الأولى ٢٧٠متر سنوياً، بينما

تراجع إلى ١٠ أمتار فى الفترة الثانية نتيجة لتنفيذ طرق الحماية، أما شرق المصب فقد بلغ معدل التراجع فى الفترة الأولى ٢٥ متر فى السنة إنخفض إلى مترين فى الفترة الثانية نتيجة تنفيذ طرق الحماية.

- نطاق الساحل من مصب رشيد إلى مصرف الغربية، بلغ معدل التراجع فى الفترة الأولى من ١٠-١٥ متر كل عام، ثم شهد فى الفترة الثانية ثباتاً فى موقع خط الساحل نتيجة لتشييد الحوائط الخراسانية وتغذية الشواطئ فى تلك المناطق.
- نطاق الساحل من ميناء دمياط الجديد حتى لسان رأس البر، بلغ معدل التراجع فى إتجاه الجنوب خلال الفترة الأولى ٣,٥ متر كل عام، ثم شهد إنخفاض فى الفترة الثانية حيث بلغ متراً كل عام.
- نطاق الساحل من دمياط حتى ٢٠ كيلومتر فى إتجاه الجنوب الشرقى منه، بلغ معدل التراجع فى الفترة الأولى ٣٠ متر سنوياً، إنخفض المعدل إلى ١٥ متر فى السنة فى الفترة الثانية (على مصطفى كامل، ١٩٩٨، ص ص ٣٣٩-٣٤٠).

٢- نحت جانبي مجريي فرعي دمياط ورشيد :

تتعرض بعض القطاعات من جانبى مجريى فرعى دمياط ورشيد لتزايد معدلات النحت، ففى فرع رشيد يزيد أطوال الأجزاء المعرضة للنحت على الجانب الغربى من الفرع عن مثيلتها فى الجانب الشرقى، ويرجع ذلك إلى مورفولوجية المجرى من ناحية، وإلى الإنحدار الإقليمى العام لغرب الدلتا من ناحية أخرى، حيث يجرى فرع رشيد على سطح ينحدر بشكل عام صوب الشمال والشمال الغربى. (صابر أمين دسوقى، ١٩٩٧، ص٦٩).

وفى فرع دمياط تزيد الأجزاء المعرضة للنحت على الجانب الغربى من الفرع عن مثيلتها فى الجانب الشرقى أيضاً، ويرجع ذلك إلى الإنحدار الإقليمى العام للدلتا. ويرجع زيادة معدلات النحت فى بعض القطاعات إلى:

- تزيد معدلات النحت فى الجوانب المقعرة من المنعطفات النهرية، ويتميز شكل كل من فرعى دمياط ورشيد بالتعرج Sinuosity، ويبلغ معدل التعرج لفرع

رشيد ١.٤ ، بينما يبلغ معدل التعرج لفرع دمياط ١.٣٥ . ويساعد على تعرج الفرعين طبيعة سطح الدلتا البطئ الإنحدار الذى يسمح بنمو وتطور المنعـطفات النهرية بحرية تامة.

- إلتحام جزيرة نهرية بأحد جانبى المجرى، حيث يتم إطماء الفرع الثانوى للمجرى الذى كان يفصل بين الجزيرة والنسيج الرسوبى للدلتا، ومع تحول المياه إلى المجرى الرئيسى. وضيق المجرى بعد إلتحام الجزيرة تزيد سرعة المياه، وبالتالى يزيد معدل النحت.
- إنشاء السدود الركامية والرؤوس الحجرية، حيث يؤدى ذلك إلى نشاط فى حركة الدوامات والتيارات المائية فتزيد معدلات النحت. شكل (١٨).

٣- الإطماء التدريجي:

يتعرض فرع دمياط للإطماء التدريجى فى قطاعات كثيرة منه، ويرجع ذلك إلى أن منسوب فرع دمياط أعلى من منسوب فرع رشيد بحوالى مترين، مما يؤدى إلى إختلال العلاقة بين كمية مياه هذا الفرع وكمية الحمولة (محمد صفى الدين، ١٩٦٦، ص٢٢٣).

وفى الوقت الحالى تتعرض قطاعات متعددة من فرع دمياط ورشيد للإطماء التدريجى بسبب بطء سرعة جريان المياه، وثبات الإيراد المائى بعد بناء السد العالى، ويساهم فى ذلك إنشاء السدود الركامية والرؤوس الحجرية.

الخـاتمـة

إهتم هذا البحث بدراسة بعض التغيرات المورفولوچية التى حدثت فى دلتا النيل منذ نشأتها وحتى الآن وتضمن البحث دراسة نشأة الدلتا، والعوامل المسئولة عن حدوث بعض التغيرات المورفولوچية، وأهم التغيرات المورفولوچية، وأخيراً دراسة الأخطار الجيومورفولوجية التى تتعرض لها دلتا النيل فى الوقت الحاضر، وقد توصلت هذه الدراسة للنتائج التالية:

١- تمثل حركة الرفع التى حدثت فى شرق الدلتا أحد أسباب إندثار الأفرع الدلتاوية القديمة وخاصة الأفرع الشرقية، أما حركة الهبوط التى حدثت فى القسم الشمالى من الدلتا فهى المسئولة عن تكوين البحيرات الشمالية وتقصير أطوال الأفرع الدلتاوية القديمة.

٢- ترتب على حدوث تغير فى منسوب سطح البحر المتوسط أثناء عصر البلايستوسين وفى العصور التاريخية، والتغيرات المناخية التى حدثت فى عصر البلايستوسين فى تكوين ظاهرات جيومورفولوجية بدلتا النيل مثل المدرجات النهرية والجزر الرملية والكثبان الساحلية.

٣- ترتب على تغير النظام الهيدرولوجى لفرعى الدلتا بعد بناء السد العالى، تراكم الرواسب فى قيعان وعلى جانبى مجرى فرعى دمياط ورشيد، وإطماء الأفرع الثانوية، وإلتحام بعض الجزر النهرية بالنسيج الرسوبى للدلتا.

٤- أسهم كل من عامل تغير النظام الهيدرولوچي لفرعى الدلتا مع حركة التيارات البحرية فى ساحل البحر المتوسط فى حدوث تآكل فى قطاعات من الساحل الشمالى للدلتا.

٥- إنكمشت مساحة المسطح المائى لفرعى دمياط ورشيد، ويزيد مقدار الإنكماش فى الأجزاء التى يتشعب فيها المجرى، وبصفة عامة فى القطاع الأوسط من مجريى الفرعين.

٦- حدثت زيادة فى طول مجريى فرعى دمياط ورشيد نتيجة لزيادة تعرج القناة النهرية.

٧- تحدث هجرة جانبية لمجريى فرعى دمياط ورشيد بسبب إلتحام بعض الجزر النهرية بالنسيج الرسوبى للدلتا.

٨- حدث تغير فى التوزيع الجغرافى وعدد الجزر النهرية، كما ظهرت جزر جديدة فى الفرعين.

٩- تمثل مشكلة تآكل بعض قطاعات من ساحل الدلتا الشمالى أخطر المشاكل الجيومورفولوجية التى تتعرض لها دلتا النيل فى الوقت الحاضر وعلى الرغم من إنشاء المشاريع الهندسية لحماية الشاطئ لايزال تآكل الساحل فى منطقة رأس البر مستمراً إلى جانب ظهور أشكال جديدة من التآكل نتيجة تغير إتجاهات الأمواج والتيارات البحرية.

١٠- تزيد الأجزاء المعرضة للنحت على الجانب الغربى من فرعى دمياط ورشيد أكثر من الجانب الشرقى.

التوصيات :

توصي هذه الدراسة بما يلي:

١- ضرورة الإهتمام بالدراسة الدقيقة والمتابعة المستمرة لمعدلات نحت الشواطئ فى المناطق التى تتعرض لزيادة معدلات النحت وخاصة فى مصبى فرعى دمياط ورشيد، مع متابعة النتائج المترتبة على إستخدام أساليب الحماية المختلفة فى قطاعات التآكل بالساحل لوضع الحلول المناسبة لذلك.

٢- من أفضل طرق علاج مشكلة تآكل السواحل هى طريقة ضخ وتغذية الشواطئ المعرضة للتآكل بالرمال، ويتم ذلك بإستخدام رمال الكثبان الساحلية.

٣- تطهير قطاعات مجريى الفرعين التى تتعرض للإطماء للمحافظة على مساحة المسطحات المائية للفرعين.

٤- بناء تكسيات حجرية لجوانب المجرى المعرضة للنحت.

٥- وقف تعديات السكان على المناطق المعرضة للإطماء التدريجى من فرعى دمياط ورشيد. وذلك من خلال سن قوانين حازمة ووضع غرامات لمن يقوم بتحويل هذه المساحات إلى أراضى زراعية أو البناء عليها.

المراجع العربية :

١- أحمد محمد العدوى، (١٩٣٩) :

«سواحل مصر»، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، الجزء الأول.

٢- جودة حسنين جودة، (١٩٦٦) :

«العصر الجليدى» منشورات جامعة بيروت، بيروت.

٣- رشدى سعيد، (١٩٩٢) :

«نهر النيل: نشأته وإستخدام مياهه فى الماضى والمستقبل»، واشنطن، الولايات المتحدة.

٤- صابر أمين دسوقى، (١٩٩٧) :

«بعض التغيرات المورفوجية الحديثة فى مجرى فرع رشيد» المجلة الجغرافية العربية، العدد التاسع والعشرون، الجزء الأول.

٥- طلعت أحمد محمد عبده، (١٩٨٠) :

«الآثار الجغرافية للعصر المطير بالصحراء الشرقية»، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

٦- على عبد الوهاب شاهين، (١٩٧٧) :

«مناقشة لبعض الظاهرات الجيومورفولوجية فى دلتا النيل»، مجلة الجمعية الجغرافية العربية.

٧- على مصطفى كامل، (١٩٩٨) :

«التغيرات المورفولوجية المترتبة على الأخطار الطبيعية فى المناطق الساحلية بجمهورية مصر العربية. المؤتمر السنوى الثالث لإدارة الأزمات والكوارث، وحدة بحوث الأزمات، جامعة عين شمس.

٨- محمد صبرى محسوب، محمد إبراهيم أرباب، (٢٠٠٠):

«الأخطار والكوارث الطبيعية: الحدث والمواجهة معالجة جغرافية»، دار الفكر العربى، القاهرة.

٩- محمد صفى الدين، (١٩٦٦):

«مورفولوچية الأراضى المصرية»، الطبعة الأولى، دار النهضة العربية، القاهرة.

١٠- محمد عوض محمد (١٩٥٢):

«نهر النيل»، القاهرة.

١١- محمد مجدى تراب، (١٩٩٠)(١):

«مورفولوچية مجرى فرع دمياط بعد بناء السد العالى(١) التباين الأفقى فى شكل المجرى»، ندوة الجغرافيا والخرائط فى خدمة المجتمع، مارس (١٩٩٠).

١٢- ــــــــــــ، (١٩٩٠)(٢):

«مورفولوچية الجزر النهرية بفرع دمياط بعد بناء السد العالى»، المجلة الجغرافية العربية العدد الثانى والعشرين.

المراجع الأجنبية:

13- Ball, J.I., (1939):

"Contributions to the geography of Egypt," Survey of Egypt, Cairo.

14- Butzer, K.W., (1961):

"The Pleistocene sequence in Egypt": An its implication for Pluvial-Glacial correlation in the Sahara, "Quat. Jour. Geol. Soc, vol."

15- ________, (1965):

"Environment and archeology": An Introduction to Pleistocene geography, "Methuen & Co. Limited, London.

16- El Asmar, H.M., (1995):

"Impact of protection structures on physical and sedimentary parameters along the Damietta Coastal area, Nile Delta Egypt," Journal of the Sedimentlogical Society of Egypt, V.3 January.

17- El Shazly & Others, (1975):

"Geological and ground water potential studies of El Ismalia master plan study area," The Remote Sensing Research Project Ace. of Sci. Resea. of Techn. Egypt.

18- Fanos, A.M., (1990):

"Long shore currents near Burallus inlet, Egypt: Analysis of ten years of observation," Water Science, Water Science Research, 7th Issue, April.

19- Lyons, H.G., (1966):

"The phisiography of the River Nile and its basin," Cairo.

20- Mabrook, B., (1979):

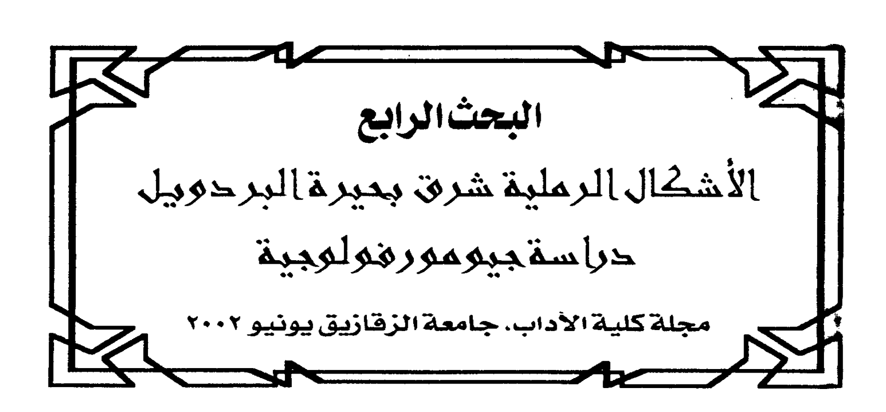
"The hydrology of ground water in the east of the Delta,:" Zagazig, Univ., Zagazig.

21- Said, R., (1962):

"The Geology of Egypt," Amesterdam & New York".

23- Yallouz, M,. & Kentch, G., (1954):

"Linear structures in and around the Nile Basin, Bull, de la soci. de Geog, D'Egypt, Tome 27.



البحث الرابع

الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل

دراسة جيومورفولوجية

مجلة كلية الآداب. جامعة الزقازيق يونيو ٢٠٠٢



الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل
دراسة جيومورفولوجية

مقدمة:

تمثل الأشكال الرملية المظهر الجيومورفولوجي السائد فى شمال شبه جزيرة سيناء، وهي تمثل أحد الأخطار الجيومورفولوجية التى تعوق مسيرة التنمية، وتشمل التوسع الزراعى، وما يرتبط بذلك من إقامة مجتمعات عمرانية جديدة، إلى جانب أخطارها على الطرق، والتى تمثل أهمية استراتيجية كبرى فى مجال التنمية، ومن هنا كان من الضرورى الإهتمام بإعداد دراسات جيومورفولوجية عن هذه الأشكال الرملية للحد من أخطارها.

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة شرق بحيرة البردويل بشمال سيناء، بين دائرتى عرض ..َ ٣١ْ و١٠َ ٣١ْ شمالاً، وخطى طول ٢٣َ ٣٣ْ و٣٥َ ٣٣ْ شرقاً يبلغ أقصى إمتداد لمنطقة الدراسة من الشرق إلى الغرب ١٩كم، ومن الشمال إلى الجنوب ١٩.٢٥كم، وتبلغ مساحتها نحو ٣٦٥كم٢.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى التعرف على الخصائص الجيومورفولوجية للأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل، والعوامل والعمليات المسئولة عن تكوينها، وإتجاه ومعدلات حركتها، وأثر ذلك على مشروعات التنمية الإقتصادية فى شمال سيناء، كما تهدف الدراسة أيضاً إلى إجراء تحليل مورفمترى للأشكال الرملية، وتحديد القيمة الإقتصادية للرواسب الرملية بالمنطقة موضوع الدراسة.

الدراسات السابقة:

تمثل دراسة الأشكال الرملية فى مصر بصفة عامة أحد الدراسات التى بدأ الإهتمام بها فى القرن الماضى، حيث إهتمت الدراسات فى العقود الثلاثة الأخيرة بدراسة التوزيع

الجغرافى وأنماط وحركات الأشكال الرملية المختلفة، ويمكن تقسيم الدراسات السابقة عن الأشكال الرملية فى شبه جزيرة سيناء إلى:

١- **دراسات عامة**: وتشمل دراسات عامة عن بحر الرمال فى سيناء مثل دراسة فرج (Farag, 1950) وميساك وعطية ١٩٨١.

٢- **دراسات جيولوجية**: مثل دراسة سكيك وآخرون (Sckick et al., 1974)، وميساك والشاذلى (Misak & Shazly, 1982)، الشاذلى وآخرون (El Shazly, et al., 1986)، وكامل (Kamel, 1989) وميساك ودراز (Misak & Draz, 1990).

٣- **دراسات جيومورفولوجية**: وبصفة عامة فإن الدراسات الجيومورفولوجية عن الأشكال الرملية فى شبه جزيرة سيناء قليلة، مثل دراسة تسور (Tsoar, 1974, 1982, 1983)، دراسة دسوقى (١٩٨٨، ١٩٩٢، ٢٠٠٠).

يتضح من العرض السابق أن دراسة الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل لم تكن هدفاً أصيلاً لأى من الدراسات السابقة، ومن هنا وقع الإختيار على دراستها.

طرق وأساليب الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة الجيومورفولوجية للأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل تم الإعتماد على:

١- **تحليل الخرائط**: مثل الخريطة الجيولوجية لسيناء لوحة رقم (٥) مقياس ١:٢٥٠٠٠٠، والخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ ومقياس ١:٥٠٠٠ ولوحات الفوتوموزيك مقياس ١:٥٠٠٠٠ والمرئيات الفضائية مقياس ١:٥٠٠٠٠، للتعرف على التوزيع الجغرافى والمكانى للأشكال الرملية، وقياس أبعاد الكثبان الرملية، وكذلك التعرف على السمات العامة لطبوغرافية السطح والتى تتحكم فى تكوين الأشكال الرملية وإتجاه ومعدل حركات الكثبان الرملية.

٢- **الدراسة الميدانية**: تم خلال الدراسة الميدانية مايلى:

أ- قياس ست قطاعات عرضية على سطوح الكثبان الرملية بإستخدام جهاز إينى ليفيل وشريط قياس للتعرف على أشكال منحدرات الكثبان، وتحديد زوايا الإنحدار السائدة فى قطاعات الكثبان.

ب- تسجيل الملاحظات الميدانية الخاصة بأثر حركة الرياح على الكثبان الرملية، وخاصة الرياح المعاكسة، كما تم تسجيل أبعاد أشكال السطح الدقيقة.

جـ- إلتقاط عدد من الصور الفوتوغرافية التى توضح السمات المورفولوجية للأشكال الرملية بمنطقة الدراسة.

٣- إستخدام الحاسب الآلى فى إجراء التحليلات الإحصائية والرسوم البيانية.

محتويات البحث :

سوف يضم البحث دراسة السمات الطبيعية لمنطقة الدراسة، والخصائص المورفولوجية للأشكال الرملية، حركة الكثبان الرملية، وعوامل تكوين الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل، والأهمية الإقتصادية للرمال شرق بحيرة البردويل.

السمات الطبيعية لمنطقة الدراسة

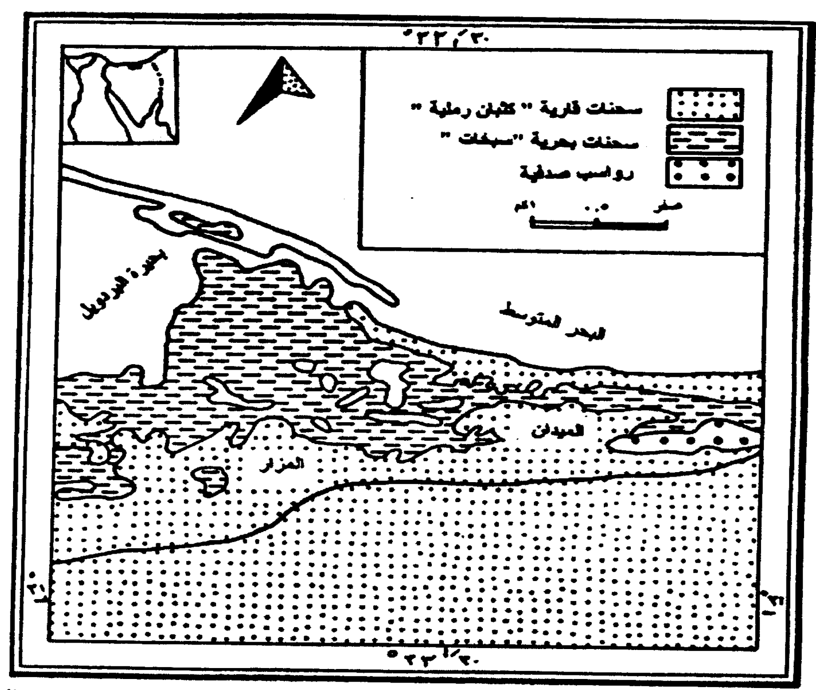
تتحكم السمات الطبيعية لمنطقة الدراسة فى تنوع الأشكال الرملية، وفى توزيعها الجغرافى، وأنماطها، وإتجاهات حركتها، وتنقسم الدراسة فى هذا الجزء إلى:

أولاً: جيولوجية منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة داخل القسم الشمالى من سيناء، والمعروف بالسهول الشمالية، وتتكون المنطقة من سهل ساحلى منبسط ومنخفض وتبرز فوقه الكثبان الرملية بأشكالها وأحجامها المختلفة. (محسوب، ١٩٩٨، ص٣٤٢).

يتضح من تحليل الخريطة الجيولوجية شكل (٣٣) أن التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة تنتمى إلى عصر الهولوسين Holocene ويمكن تقسيمها إلى:

١- سحنات قارية Land Facies، وتشمل فرشات وكثبان رملية بأشكال وأحجام مختلفة تتكون من رمال يتراوح حجمها بين ١٦/١م إلى ٢م، والرمال المكونة للكثبان



المصدر. الخريطة الجيولوجية لسيناء ١: ٢٥٠٠٠٠

شكل (٣٣) جيولوجية منطقة شرق البردويل

ذات لون أصفر، كما توجد بعض الرمال السوداء فى منطقة الشاطئ، كما توجد بعض الرمال الصلصالية Sandy Clay ذات لون رمادى مختلطة ببعض الحبيبات الخشنة الحادة الزوايا.

٢ - سحنات ساحلية Coastal Faeies، ويمثلها رواسب السبخات Sabkha Deposits، وهى رواسب سوداء اللون مغطاة بقشرة ملحية رقيقة تمتد شمال منطقة الدراسة.

تشير دراسة البنية الجيولوجية فى شمال سيناء إلى وجود نطاقات إلتواء Folding Belts «الأقواس السورية» مكونة إلتواءات غير منتظمة Asymmertrical Folds ذات محور شمالى شرقى- جنوبى غربى، وترتبط هذه الإلتواءات بصدعين محاورهما شمالى شرقى- جنوبى غربى، وشمالى غربى- جنوبى شرقى (Fikry, et al., 1997, p. 12-13).

ثانيا: السمات العامة للسطح:

١- التضرس النسبي:

من دراسة الخرائط الطبوغرافية يتضح أن منطقة الدراسة جزء من إقليم ساحل البحر المتوسط، ويتميز ساحل البحر فى المنطقة بوجود تقوس يتبع محور شمالى غربى- جنوبى شرقى.

يتراوح الإرتفاع فى منطقة الدراسة ما بين واحد متر وواحد وخمسون متراً فوق منسوب سطح البحر، وبصفة عامة يزيد الإرتفاع كلما إتجهنا جنوباً ولدراسة السمات العامة للسطح فى المنطقة تم إعداد خريطة التضرس النسبى، شكل(٣٤) من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ :٥٠٠٠٠، ومنها يتضح ما يلى:

أ- يشغل التضرس المحلى المنخفض ومقداره أقل من ١٠م ٢٢,٤٪ من إجمالى مساحة المنطقة ويشغل الجزء الشمالى من منطقة الدراسة.

ب- يشغل التضرس المتوسط وتتراوح قيمته ما بين ١٠م-٢٠م ٢٢,٤٪ من إجمالى مساحة منطقة الدراسة ويوجد فى الجزء الشمالى والغربى من منطقة الدراسة.

جـ- يشغل التضرس فوق المتوسط وتتراوح قيمته ما بين ٢٠م إلى ٣٠م ٣٧,٣٪ من إجمالى مساحة المنطقة، ويوجد فى الجزء الشرقى والأوسط من منطقة الدراسة.

د- يشغل التضرس الشديد +٣٠م ١٧,٩٪ من إجمالى مساحة منطقة الدراسة ويوجد فى الجزء الجنوبى من المنطقة.

٢- الإنحدارات:

لدراسة إنحدارات السطح فى منطقة الدراسة تم إعداد الشكل رقم(٣٥)، ومنه تبين ما يلى:

أ- تراوحت درجات الإنحدار فى منطقة الدراسة بين ٠,٣ درجة و٦ درجات وبصفة عامة توجد الإنحدارات اللطيفة فى شمال منطقة الدراسة، بينما تسود الإنحدارات +٣° فى جنوب منطقة الدراسة.

ب- تسود السطوح التى تقل درجات إنحدارها عن ١° شمال منطقة الدراسة وهى تشغل ٤٧,٨ ٪ من إجمالى مساحة المنطقة، وتمثل الأراضى التى تشغلها السبخات الساحلية والشواطئ الساحلية والغطاءات الرملية.

جـ- تسود السطوح التى تتراوح درجات إنحدارها بين ١-٢° والتى تشغل ٤٣,٣ ٪ من إجمالى مساحة المنطقة شرق وغرب منطقة الدراسة.

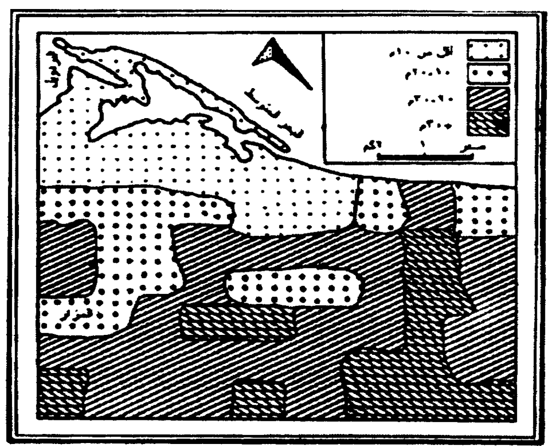
د- توجد السطوح التى تتراوح درجات إنحدارها بين ٢-٣° وتشغل ٥,٩ ٪ من إجمالى مساحة المنطقة موضوع الدراسة فى أجزاء محدودة وسط منطقة الدراسة.

هـ- توجد السطوح التى تزيد درجات إنحدارها عن ٣°م وتشغل ٣ ٪ من إجمالى مساحة منطقة الدراسة فى الجنوب.

من العرض السابق يتضح أن إجمالى مساحة السطح الذى تقل فيه درجات الإنحدار عن ٢° يمثل ٩١,١ ٪ من إجمالى المساحة بالمنطقة، مما يدل على سيادة الإنحدارات اللطيفة، وهو عامل رئيسي فى تكوين الأشكال الرملية بالمنطقة.

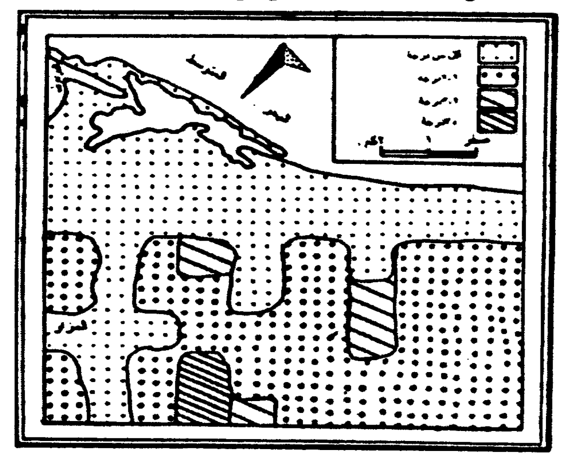
ثالثاً: الأحوال المناخية:

وفقاً لموقع منطقة الدراسة سيتم دراسة الأحوال المناخية من خلال المعدلات المناخية لمحطة العريش خلال الفترة من ١٩٨٠-١٩٩٤.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية ١ :٥٠٠٠٠

شكل (٣٤) التضرس النسبى فى منطقة شرق البردويل



المصدر : الخرائط الطبوغرافية ١ :٥٠٠٠٠

شكل (٣٥) درجات الإنحدار فى منطقة شرق البردويل

١- الحرارة :

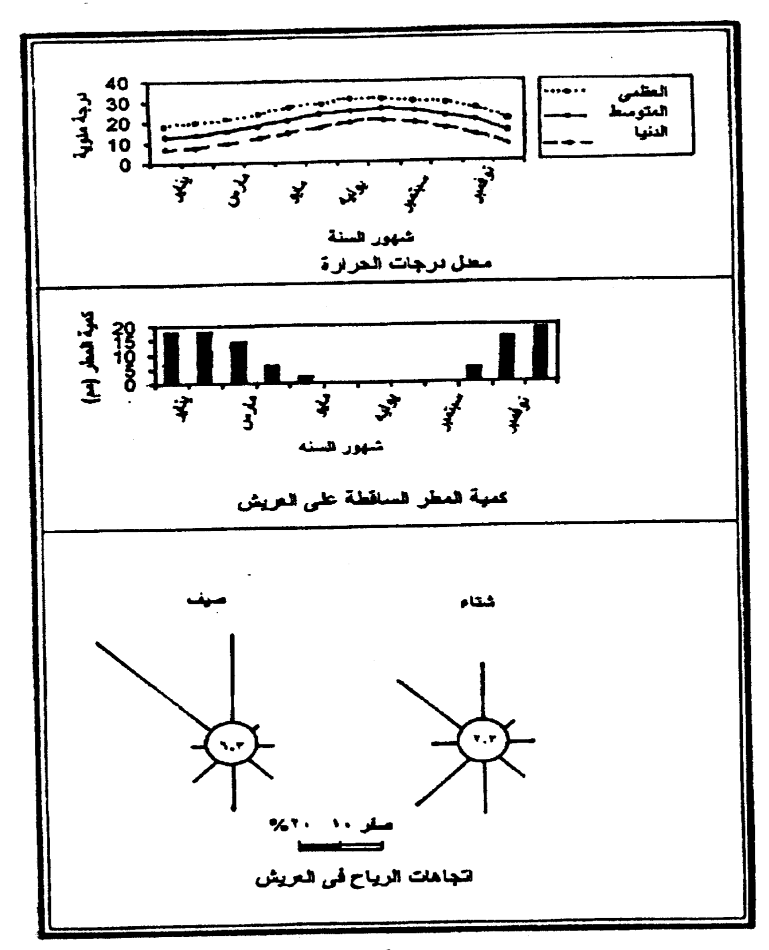
يوضح شكل (٤) معدلات درجات الحرارة فى مدينة العريش، ومنه تبين أن المتوسط السنوى للحرارة فى شهر يناير ١٢,٩ْم، وفى يولية ٢٥,٢ْم وأدني درجة حرارة ٧,٣ْم، وأعلي درجة حرارة هي ٣٠,٦ْم، وبذلك يتضح أن درجات الحرارة مرتفعة معظم شهور العام مما يؤدى إلى سرعة تبخر مياه الأمطار أو الرطوبة الجوية التى تتكاثف على سطوح الكثبان الرملية أو تتسرب فى الطبقة السطحية منها، ومعنى ذلك بقاء الرمال جافة مفككة مما يساعد على تحركها فى حالة هبوب رياح متوسطة السرعة.

٢- الأمطار :

يوضح شكل (٢٦) توزيع الأمطار على شهور السنة فى العريش خلال الفترة المذكورة ومنه يتضح أن أعلى كمية مطر هى ١٩م سقطت فى شهر ديسمبر، وأدنى كمية مطر هى ٢م وسقطت فى شهر مايو، وينعدم سقوط الأمطار تماماً فى شهور الصيف خلال الفترة من يونية إلى سبتمبر، وهذا يضع منطقة الدراسة ضمن المناطق الجافة فى العالم، كما تتميز المنطقة بسقوط الأمطار على شكل رخات قصيرة شديدة التركيز وسريعة، فقد سجلت أقصى كمية مطر سقطت فى يوم واحد فى مدينة العريش ٧٩م فى يوم ١٩٨٦/١١/٢٩، وسقطت نفس الكمية فى اليوم التالى مباشرة.

ويتضح من العرض السابق تأثير الأمطار على الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة ويكون على النحو التالى:

أ- ينتج عن سقوط الأمطار أو السيول تسرب مياهها فى الطبقة السطحية للكثبان الرملية، وقد قدر دامس ومور (Dames & Moore, 1985) أن ٦٠٪ من متوسط المطر السنوى فى سيناء يفقد بالتبخر، ٥٪ تجرى إلى البحر، ٣٥٪ تتسرب لتغذى خزانات المياه الجوفية (Fikry, et al., 1997, p.3) ووفقاً للبيانات المذكورة عن متوسط الأمطار والسيول فى منطقة الدراسة، فإن ما يتسرب من مياهها فى الكثبان الرملية يتراوح ما بين ٦م و٢٨م تقريباً، وهذا يؤدى إلى تماسك حبيبات الرمال طول فترة بقاء المياه فيها، وبالتالى يقل معدل حركة



شكل (٣٦)

خصائص الحرارة والمطر والرياح فى العريش

الرمال فى شهور الشتاء حيث أنه من المعروف أن الرياح تتحول من النحت إلى الإرساب فى حالة ارتفاع نسبة الرطوبة الأرضية، كما أن إرتفاع نسبة الرطوبة بين رمال الكثبان يعمل على تثبيت الكثبان فى مواقعها.

ب- يؤدى سقوط الأمطار على أسطح الكثبان الرملية وتسرب ٣٥ ٪ من مياه الأمطار بين حبيبات الرمال، وإرتفاع معدلات الرطوبة النسبية إلى ٧٠٪ على مدار العام وعلى طول الساحل إلى نمو بعض الأعشاب الصحراوية مما يؤدى إلى زيادة عرض الكثبان الرملية بسبب تراكم الرمال حولها، ويؤدى هذا إلى بطء معدل حركة الكثبان الرملية بسبب تماسك حبيبات الرمال بواسطة جذور النباتات، إلى جانب تكوين النباك.

٣- الريـــاح :

سوف تعالج الرياح من جانبين هما:

أ- إتجاه الرياح :

يوضح شكل (٣٦) إتجاهات الرياح وترددها فى محطة العريش، ومنه يلاحظ أن الرياح تهب من جميع الإتجاهات بنسب مختلفة، وتسود الرياح الشمالية الغربية فى فصل الصيف وتمثل ٣٧,١ ٪ من المجموع الكلى لإتجاهات الرياح، وتمثل ٢٠,٧ ٪ فى فصل الشتاء ويليها من حيث الأهمية الرياح الشمالية وتمثل ٢١,٩ ٪ صيفاً، و١٧,٧ ٪ شتاء من المجموع الكلى لإتجاهات الرياح، ويلى ذلك من حيث الأهمية الرياح التى تهب من الجنوب الغربى فى فصل الشتاء، وتمثل ١٨,٦ ٪ من المجموع الكلى لإتجاهات الرياح، ثم الرياح التى تهب من الجنوب شتاءاً وتمثل ١٦,٥ ٪ وفى فصل الصيف تهب رياح من الجنوب وتمثل ١٢,١ ٪ من المجموع الكلى لإتجاهات الرياح.

ويتضح من العرض السابق سيادة الرياح الشمالية الغربية والشمالية وهى أكثر الرياح ثباتاً وإستقراراً على مدار السنة، وهى التى يتحدد على أساسها إتجاهات الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة، أما الرياح التى تهب من الجنوب الغربى والجنوب شتاءاً وصيفاً فهى

المسئولة عن تعقيد شكل الكثبان الرملية كما سيتضح فيما بعد.

ب- سرعة الرياح:

يتضح من نسب تكرار هبوب الرياح فى فئات السرعة بالعقدة فى الفترة من ١٩٨٠-١٩٩٤ فى العريش أن الرياح التى تقل سرعتها عن ١١ عقدة تمثل ٧١,٣٪ فى فصل الشتاء، و٦٩,٣٪ فى فصل الصيف، وهى رياح عديمة الأهمية فى تكوين وحركة الكثبان الرملية، وتمثل الرياح المتوسطة السرعة والتى تتراوح سرعتها ما بين ١١ و٢١ عقدة ٢٥,٢٪ فى فصل الشتاء، و٣٥,٦٪ فى فصل الصيف، أما الرياح القوية التى تزيد سرعتها عن ٢٢ عقدة فهى تمثل ١,٥٪ فى فصل الشتاء، و٠,١٪ فى فصل الصيف، وبذلك يمكن القول أن الرياح المؤثرة فى تكوين وحركة الكثبان الرملية بالمنطقة وهى ذات سرعات متوسطة وقوية تمثل ٢٦,٧٪ فى الشتاء، و٣٥,٧٪ صيفاً، وهذه الرياح تقوم بدور هام فى حركة الكثبان الرملية خاصة فى فصل الصيف. كذلك لا تعد الرياح القوية التى تزيد سرعتها عن ٢٢ عقدة من الظاهرات الجوية الشائعة الحدوث فى منطقة الدراسة، فهى تمثل نسبة ضئيلة ١,٥٪ من المجموع الكلى لإتجاهات الرياح التى تهب على المنطقة فى الشتاء، و٠,١٪ فى الصيف، وبذلك يقتصر دور هذه الرياح على حدوث تعديل طفيف فى شكل الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة.

رابعاً: أشكال السطح:

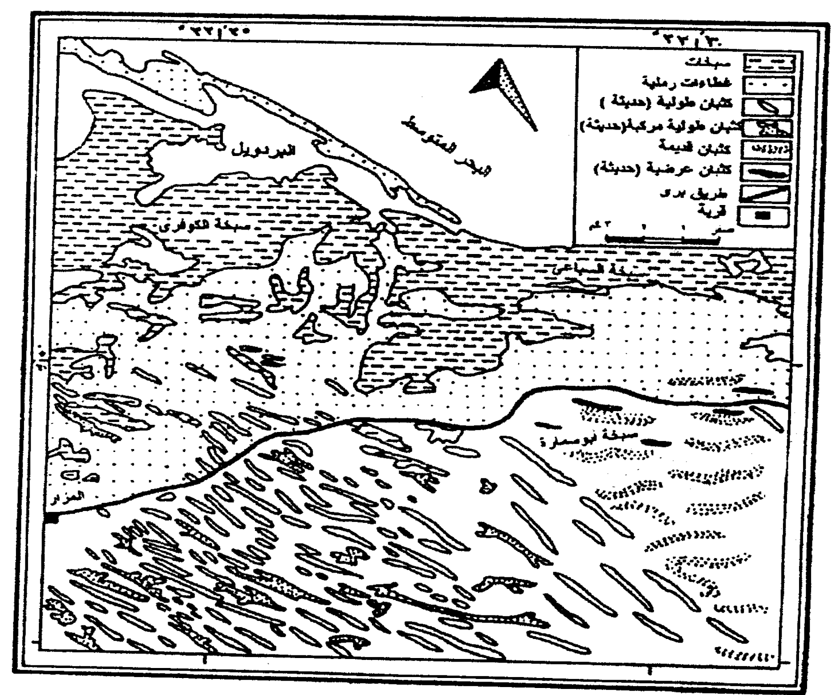
يتضح من دراسة الحريطة المورفولوچية لمنطقة شرق البردويل شكل (٣٧) أن أشكال السطح بالمنطقة هى:

١- الكثبان الرملية:

وتغطى ٥٩,٣٩٪ من إجمالى مساحة منطقة الدراسة، وتنتشر فى القسم الأوسط والجنوبى من منطقة الدراسة وسيتم دراستها تفصيلاً.

٢- السبخات:

تشغل السبخات مساحة قدرها ١١٩ كم٢ أى ما يقرب من ٢٤,٢٩٪ من إجمالى



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠، ١: ٥٠٠٠، ولوحات الفوتوموزيك مقياس ١: ٥٠٠٠٠

شكل (٣٧) مورفولوچية منطقة شرق البردويل

مساحة منطقة الدراسة، ومن شكل (٣٧) يلاحظ وجود تباين واضح فى أبعاد ومساحات السبخات، وأكبر السبخات مساحة سبخة الكوفرى والتى تبلغ مساحاتها ٥٠ كم٢، ويتراوح طولها بين ٠,٩ كم و٧,٥ كم، ومتوسط طولها ٤ كم، ويتراوح عرضها بين ٠,٥ كم و٧ كم ومتوسط عرضها ٣,٢ كم، ويليها من حيث المساحة ملاحة دراع الديب وسبخة السباعى والتى يبلغ إمتدادها على طول الساحل ٧ كم، ويتراوح عرضها بين ١,٥ كم و٤ كم، ومتوسط عرضها ٣,٣ كم، أما السبخات التى فى الأراضى

المنخفضة المنسوب بين الكثبان الرملية فتتراوح مساحتها ما بين ٢ كم٢ إلى ١٠ كم٢ مثل سبخات أبو هديهد، المرابعات، أبو سمارة. صورة (١١).



صورة (١١) سبخة أبو سمارة جنوب طريق العريش

وبصفة عامة تتميز السبخات شمال منطقة الدراسة بإرتفاع سطحها نحو الجنوب وتتراوح درجات إنحدار سطحها بين ٠,٢ و٠,٦ درجة، وتتكون من رواسب طينية مختلطة برواسب رملية، ويميل لون السطح إلى اللون الأسود، ويغطى السطح بقشرة ملحية بيضاء اللون.

وترجع نشأة السبخات بمنطقة الدراسة إلى إنخفاض منسوب السطح فى منطقة الساحل وبطء الإنحدار مما يؤدى إلى تغطية هذه المناطق بمياه المد، مع حدوث تسرب من مياه البحر وبحيرة البردويل وإرتفاع درجات الحرارة.

٣- الغطاءات الرملية:

تقع شمال منطقة الدراسة، وهى فرشات من الرمال ذات لون أصفر وأبيض، كما توجد حواجز من الرمال السوداء Black Sands على طول خط الساحل يتراوح لونها بين الرمادى إلى الأسود.

الخصائص المورفولوچية للأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل

تضم منطقة شرق بحيرة البردويل عدة أشكال رملية تشمل الكثبان الرملية والغطاءات الرملية، والنباك، وفيما يلى دراسة تفصيلية عن الخصائص المورفولوچية لهذه الأشكال.

أولاً: الكثبان الرملية:

يتضح من فحص الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ :٥٠٠٠٠، ومقياس ١ :٥٠٠٠ ولوحات الفوتوموزيك الجوية مقياس ١ :٥٠٠٠٠، والمرئيات الفضائية مقياس ١ :٥٠٠٠٠، والخريطة المورفولوچية شكل (٣٧) أن الكثبان الرملية تغطى ٥٩,٣٩٪ من إجمالى مساحة منطقة الدراسة، وتنقسم الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة وفقاً لتقسيم (Pye & Tsoar) إلى كثبان قديمة وكثبان حديثة.

١- التوزيع الجغرافي للكثبان الرملية:

تنقسم دراسة التوزيع الجغرافى للكثبان الرملية إلى توزيع مكانى للكثبان، وكثافة الكثبان:

أ- التوزيع المكانى للكثبان الرملية:

يتضح من شكل (٣٧) إنتشار الكثبان الطولية فى الجزء الأوسط من منطقة الدراسة وجميعها تتبع محور شمالى غربى- جنوبى شرقى، يتراوح ارتفاعها ما بين ١٠م إلى ٣٩م، وتوجد الكثبان الطولية على هيئة حافات رملية طولية ومتصلة. ومن دراسة الخرائط الطبوغرافية يلاحظ أن إرتفاع هذه الكثبان يزداد كلما إتجهنا نحو الجنوب والجنوب الشرقى من منطقة الدراسة، فعلى سبيل المثال يبلغ ارتفاع الكثبان الطولية فى القسم الغربى من منطقة الدراسة ١٢م، وفى الجنوب الشرقى ٣٩م.

توجد الكثبان الطولية المركبة بشكل عشوائى فى منطقة الدراسة، وتتراوح ارتفاعاتها ما بين ١٠م و٣٨م، أما الكثبان القديمة فهى تنتشر فى القسم الجنوبي الشرقى من منطقة الدراسة وتتروح ارتفاعتها ما بين ١٠ و٢٠م.

ب- كثافة الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل:

تهدف دراسة كثافة الكثبان الرملية إلى تحديد سمات وطبيعة توزيعها فى منطقة الدراسة، وبهذا يمكن تحديد العوامل المتحكمة فى هذا التوزيع، وقد تم حساب كثافة الكثبان الحديثة الطولية والطولية المركبة وفقاً لدراسات إمبابى وعاشور (١٩٨٣)، وقد تبين أن الكثافة العامة للكثبان فى المنطقة تصل إلى كثيب لكل كيلومتر مربع، وتتراوح الكثافة بين كثيب واحد/ كم٢ و٥ كثيب/ كم٢، وبصفة عامة تزيد كثافة الكثبان الرملية جنوب منطقة الدراسة عن الجزء الأوسط فيها.

٢- السمات المورفولوچية للكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل:

تنقسم الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة إلى:

أ- الكثبان القديمة Ancient fixed dunes:

أوضح تحليل المرئيات الفضائية مقياس ١ :٥٠٠٠٠ ولوحات الفوتوموزيك مقياس ١ :٥٠٠٠٠ والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ :٥٠٠٠ وجود الكثبان القديمة جنوب شرق منطقة الدراسة، وتتخذ أشكال متعددة مثل البرخان، والكثبان العرضية شكل (٢٨)، وهى ذات سطح ممهد تنمو عليه النباتات، تتراوح ارتفاع الكثبان القديمة ما بين ١٠م و٢٠م، وتتخذ محاور هذه الكثبان إتجاهات متعددة مثل محور شرقى غربى، وشمالى شرقى جنوبى غربى، ويدل هذا على أن إتجاه الرياح التى كونت هذه الكثبان القديمة تختلف عن الإتجاهات الحالية للرياح. وتتكون الكثبان القديمة من رمال يتراوح حجمها بين المتوسط والخشن.

ب- الكثبان الحديثة Recent dunes:

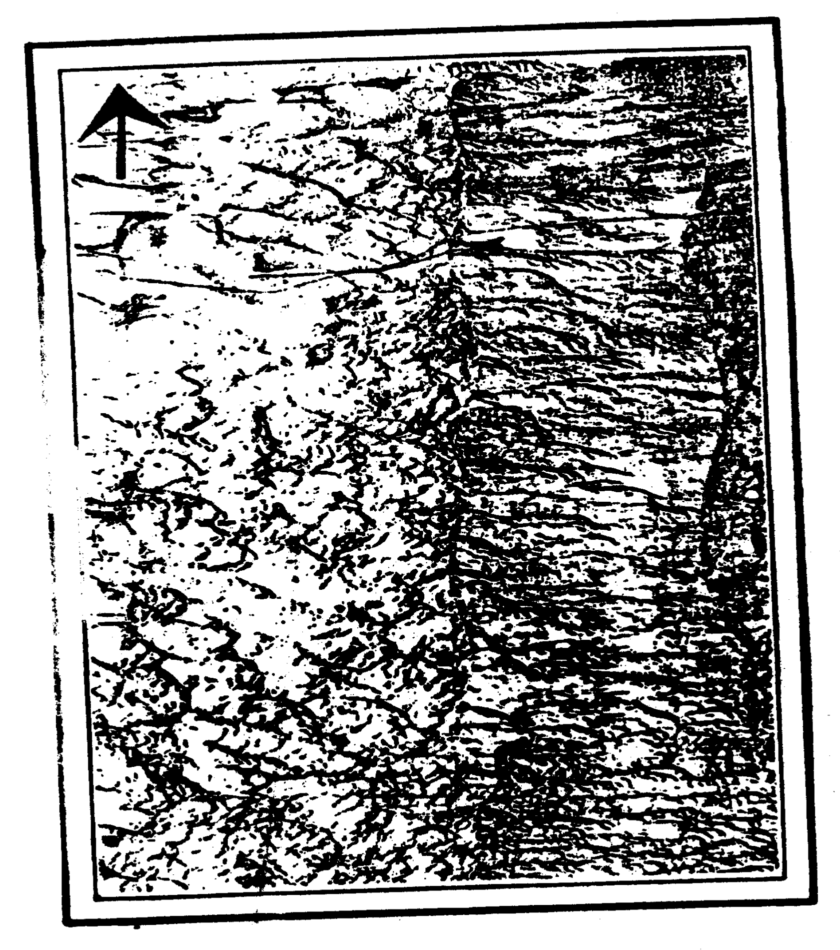
وتنقسم فى منطقة الدراسة إلى كثبان طولية وطولية مركبة، وتظهر هذه الكثبان على سطح الكثبان القديمة.

- الكثبان الطولية:

تغطى الكثبان الطولية Longitudinel dunes مساحة قدرها ٨٥كم٢ أى ما يعادل ١٧,٣ ٪ من إجمالى مساحة منطقة الدراسة، وهى تشغل القسم الأوسط والجنوبى من المنطقة، وتمتد بمحور شمالى غربى- جنوبى شرقى، يبلغ عدد الكثبان الطولية بمنطقة الدراسة (١٤٠) كثيب.

وترجع نشأة هذا النوع من الكثبان فى منطقة الدراسة إلى تأثير الرياح التى تهب من إتجاهات متعددة يسود من بينها إتجاه سائد وهو الإتجاه الشمالى الغربى والشمالى، والذى يحدد المحور العام لإتجاه سلاسل الكثبان الطولية وتمثل الرياح التى تهب من الجهات الأخرى الجانبية تتقاطع مع محور الكثبان بزوايا تتراوح بين الحادة والمنفرجة.

وتمتد الكثبان الطولية فى منطقة الدراسة على شكل سلاسل متوازية تفصل بينها ممرات ضيقة، وتتراوح المسافة التى تفصل بين السلسلة والتى تليها ما بين ٢٠٠م



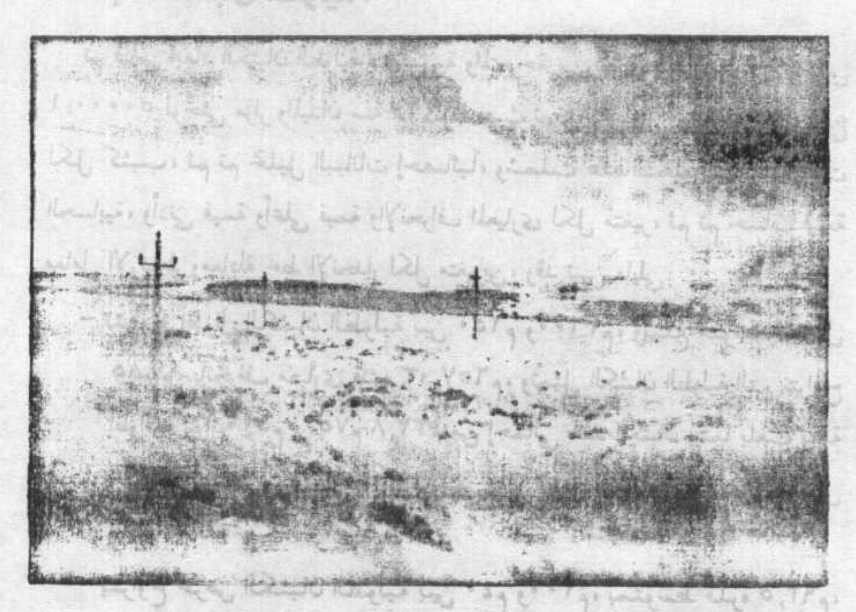
المصدر: لوحات الفوتوموزيك مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ (لوحة الم...

شكل (٣٥) الكثبان القديمة جنوب شرق منطقة الدراسة

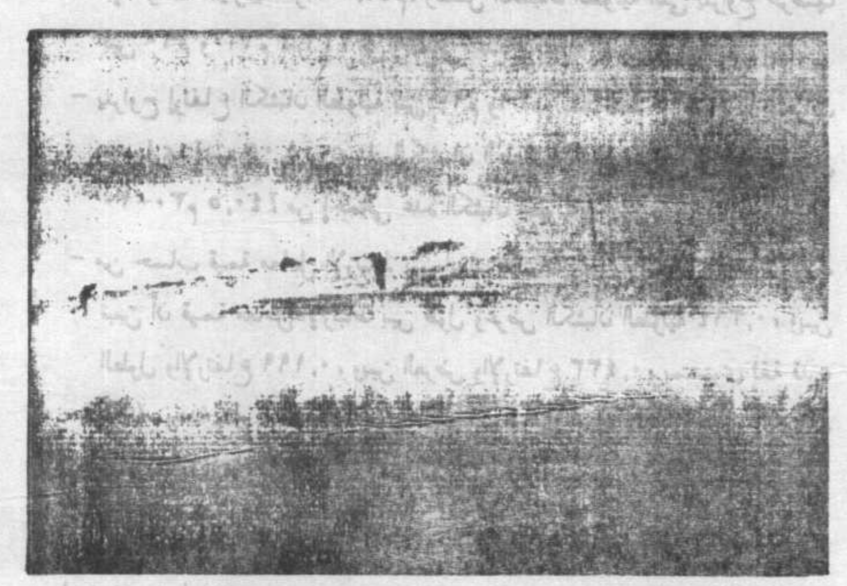
و٥٠٠م، وتدل قيم المسافات المنخفضة على خاصية التفرع Branching، بينما تدل القيم المرتفعة على وجود حافات متوازية منتظمة، وبصفة عامة يزداد ارتفاع الكثيب مع زيادة المسافة. ويرى مابوت أن حافات الكثبان قد تمتد إلى مئات الكيلومرات، وفى الأنماط المتفرعة Branching Patterns تتكون حافات الكثبان من أقسام يبلغ طولها بضعة كيلومترات.

ويتضح من الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة أن قيم المسافات التى تفصل بين الكثبان الطولية وسط المنطقة ذات قيم مرتفعة تراوحت بين ٥٠٠ إلى ٧٠٠م، وقد ساعد ذلك على وجود حافات متوازية منتظمة للكثبان الطولية، أما فى جنوبى منطقة الدراسة تنخفض قيم المسافات بين الكثبان الطولية وهى تتراوح ما بين ٢٠٠-٤٠٠م، وتتكون حافات الكثبان من أقسام، ويبلغ طولها بضعة كيلومترات.

كذلك أوضحت الدراسة الميدانية، وفحص لوحات الفوتوموزيك الجوية مقياس ١ :٥٠٠٠٠ والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ :٥٠٠٠٠ أن الكثبان الطولية بمنطقة شرق البردويل تنقسم إلى كثبان طولية مستقيمة، وتوجد فى غرب منطقة الدراسة، وتتميز بوجود قمم حادة وكثبان طولية متعرجة، وتوجد فى القسم الأوسط والشرقى والجنوبى من منطقة الدراسة صورة (١٢)، حيث تبين أن المحاور الطولية لهذا النمط من الكثبان تتغير فى توجيهها عدة مرات، ولكنها تحتفظ بالشكل الطولى على طول اتجاه معين يتفق مع الإتجاه السائد للرياح، كما تبين أن خط القمة يهبط ويرتفع على مسافات تكاد تكون منتظمة مكونة سلسلة من القمم. وتتميز القطاعات العرضية لهذا النمط من الكثبان بأنها ذات قمم حادة وجانبين غير متماثلين، ويحدث تبادل لواجهات الإنزلاق على امتداد المحاور الطولية لهذه الكثبان بسبب الرياح المحلية، وقد لوحظ أن ارتفاع وجه الإنزلاق يمثل ثلث الإرتفاع الكلى للكثيب صورة (١٣)، ويتفق هذا مع ما توصل إليه (Pye & Tsoar, 1990, P.18)، و(دسوقى، ٢٠٠٠، ص٢٥٣).



صورة (١٢) كثبان طولية متعرجة شرق المزار جنوب طريق العريش ٧ كم



صورة (١٣) وجه إنزلاق يمثل ثلث الإرتفاع الكلي لكثيب طولي شرق المزار ٨ كم

- أبعاد الكثبان الطولية :

تم قياس أبعاد الكثبان الطولية المستقيمة والمتعرجة من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ :٥٠٠٠٠ لوحتى مزار والميدان سنة ١٩٩٥ ، حيث تم قياس الطول والعرض والإرتفاع لكل كثيب، ثم تم تحليل البيانات إحصائياً، وشملت هذه التحليلات المتوسطات الحسابية، وأدنى قيمة وأعلى قيمة والإنحراف المعيارى لكل متغير، ثم تم حساب قيمة معامل الإرتباط ومعادلة خط الإنحدار لكل متغيرين، وقد تبين مايلى:

- تتراوح أطوال الكثبان الطولية بين ١٥٠م و٢٦٠٠م، ويبلغ متوسط الطول ٨٨٥م، بإنحراف معيارى قدره ٦٥٧,٠٣م، وتمثل الكثبان الطولية التى تتراوح أطوالها بين ٥٠٠م و٧٥٠م ٣٧,٨٪ من إجمالى عدد الكثبان بينما بلغت نسبة الكثبان الطولية التى تتراوح أطوالها بين ٢٢٥٠م و٢٥٠٠م ٢,٨٪ من إجمالى عدد الكثبان.

- يتراوح عرض الكثبان الطولية بين ٤٠م و٢٠٠م، بمتوسط قدره ٩٣,٥م، بإنحراف معيارى قدره ٤٤,٢١م، وتمثل الكثبان الطولية التى يتراوح عرضها بين ٩٠م و١١٠م ٣٢,٤٪ من إجمالى عدد الكثبان الطولية.

- يتراوح إرتفاع الكثبان الطولية بين ١٠م و٣٩م، بمتوسط قدره ٢٣م وإنحراف معيارى قدره ٨,٠٥، وتمثل الكثبان الطولية التى يتراوح إرتفاعها بين ٢٠-٣٠م ٤٠,٥٪ من إجمالى عدد الكثبان الطولية.

- من حساب قيمة معامل الإرتباط بين أبعاد الكثبان الطولية السابق الإشارة إليها، تبين أن قيمة معامل الإرتباط بين طول وعرض الكثبان الطولية ٠,٣١٤ ، وبين الطول والإرتفاع ٠,١٩٩ ، وبين العرض والإرتفاع ٠,٤٣٣ ، بمستوى ثقة قدره ٩٥٪، وهذا يدل على عدم وجود علاقة ارتباط بين أبعاد هذا النوع من الكثبان، شكل (٣٩) مما يدل على أن أبعاد الكثبان الطولية تنمو بمعدلات مختلفة.

- العلاقة بين إتجاه محاور الكثبان الطولية وإتجاهات الرياح السائدة:

لدراسة هذه العلاقة تم حساب محصلة الرياح فى محطة العريش لمعرفة الإتجاه السائد

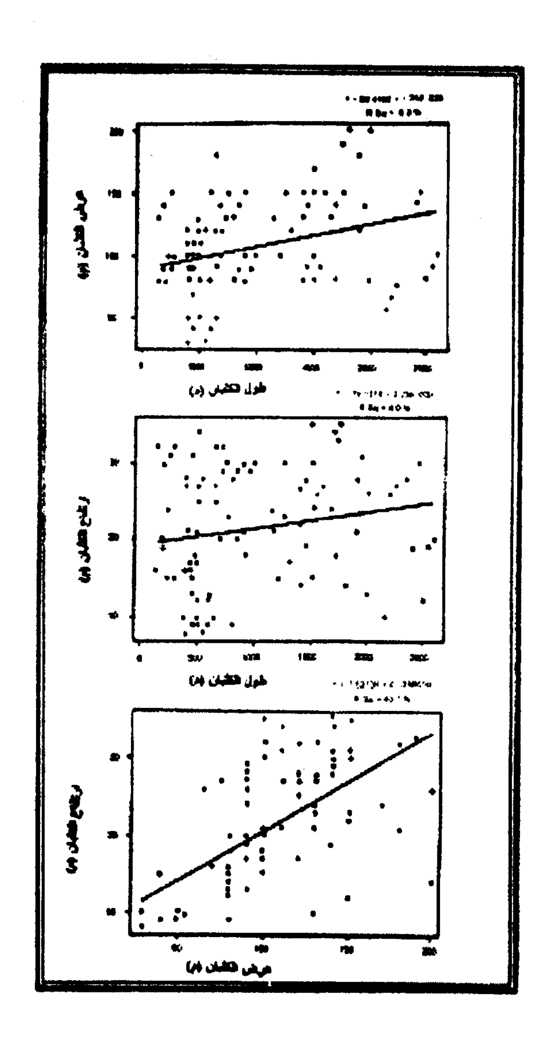
للرياح، ثم تم قياس درجة إنحراف الكثبان الطولية عن إتجاه الشمال من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ :٥٠٠٠٠، وتبين ما يلى:

- إتضح من حساب محصلة الرياح لمحطة العريش أن الإتجاه السائد للرياح فى فصل الشتاء هو غرب الشمال الغربى بزاوية قدرها ٢٨٥°، وفى فصل الصيف هو شمالى غربى بزاوية قدرها ٣٢٠°.
- اتضح من قياس درجة إنحراف الكثبان الطولية عن إتجاه الشمال أن جميع إتجاهات محاور الكثبان الطولية بمنطقة الدراسة تنحصر بين ٢٧٠° و٣٣٠°، أى أنها تقع جميعها فى الإتجاه الغربى والشمالى الغربى وشمال الشمال الغربى.
- تبلغ نسبة ٦٢,٨٪ من جملة إتجاهات محاور الكثبان الطولية المحصورة بين ٢٩٠-٣٠٩ درجة، أى أنها تأخذ إتجاه غرب الشمال الغربى، وتليها نسبة ٢٠,٦٪ من جملة إتجاهات محاور الكثبان تنحصر بين ٢٧٠-٢٨٩ درجة وتأخذ إتجاه غرب الشمال الغربى، وتمثل محاور الكثبان المحصورة بين ٣١٠-٣٢٩ درجة نسبة ١٦,٦٪ من جملة إتجاهات محاور الكثبان الطولية وهى تتبع اتجاه الشمال الغربى.

- **الكثبان الطولية المركبة :**

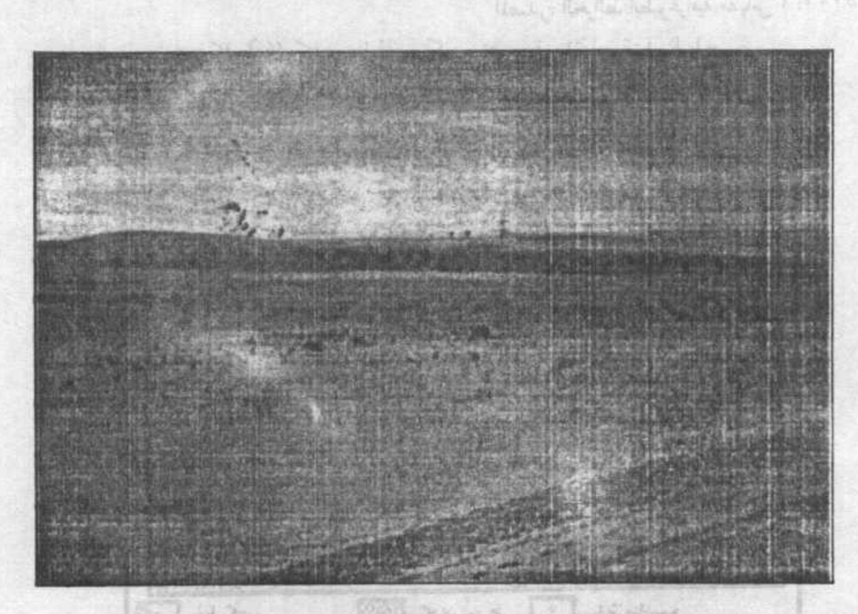
توجد الكثبان الطولية المركبة فى القسم الغربى والجنوبى من منطقة الدراسة، ويوجد عدد قليل منها فى القسم الأوسط من المنطقة ويبلغ عددها (٢٠) كثيب، ويلاحظ من فحص الخرائط الطبوغرافية ولوحات الفوتوموزيك أن الكثبان الطولية المركبة تظهر على شكل حافتين أو أكثر متقاربتين ومتداخلتين، وبمقارنتها بالكثبان الطولية إتضح أنها أكثر طولاً وعرضاً وإرتفاعاً، وينتظم هذا النوع من الكثبان فى نمط متوازى تقريباً ويتبع نفس محور إتجاه الكثبان الطولية السابق الإشارة إليه، شكل(٣٧).

وفى داخل هذا النمط المتوازى العام تتشعب الكثبان الطولية المركبة أو تتحد وفقاً لطبوغرافية السطح، مكونة النمط المعروف بـ Y.Junctions، وفى منطقة شرق البردويل تم تسجيل نمطين لهذا الإتصال هما:



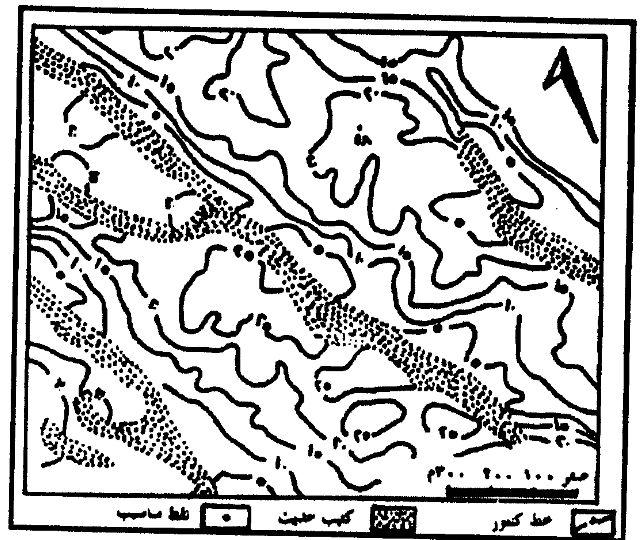
شكل(٣٩)
العلاقات الإحصائية بين أبعاد الكثبان الطولية

- نمط الإتصال العادى المفتوح فى إتجاه مقتبل الرياح، ويوجد بالقسم الغربى والأوسط والجنوبى من منطقة الدراسة، وهو النمط الأكثر شيوعاً، ويرجع تكوين هذا النمط إلى طبيعة إنحدار السطح فى إتجاه منصرف الرياح مما أدى إلى إتحاد الكثبان مع بعضها البعض وتكوين فتحة فى إتجاه مقتبل الرياح، شكل (٤٠).
- نمط الإتصال المعكوس والمفتوح فى إتجاه منصرف الرياح، ويوجد فى وسط منطقة الدراسة وفى القسمين الجنوبى والجنوبى الغربى منها، ويرجع تكوين هذا النمط إلى إرتفاع السطح وتوزيع الكثبان الرملية القديمة، مما يؤدى إلى تشعب الرياح، وبالتالى يتفرع كثيب ثانوى من جسم الكثيب الرئيسى وتكون الفتحة فى إتجاه منصرف الرياح، صورة (١٤)، شكل (٤١).



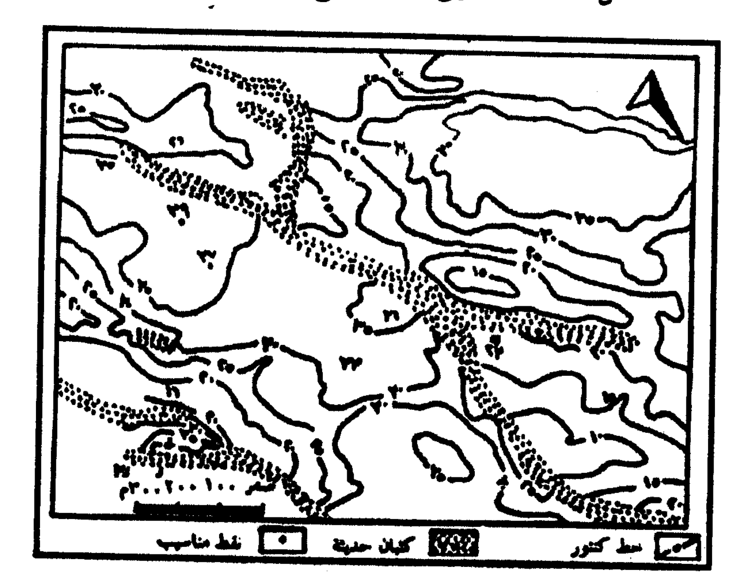
صورة (١٤) كثيب مركب مفتوح فى إتجاه منصرف الرياح

شمال شرق المزار على بعد ٦ كم



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠

شكل (٤٠) كثيب طولي مركب مفتوح في إتجاه مقتبل الرياح



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠

شكل (٤١) كثيب طولي مركب مفتوح في إتجاه مقتبل ومنصرف الرياح

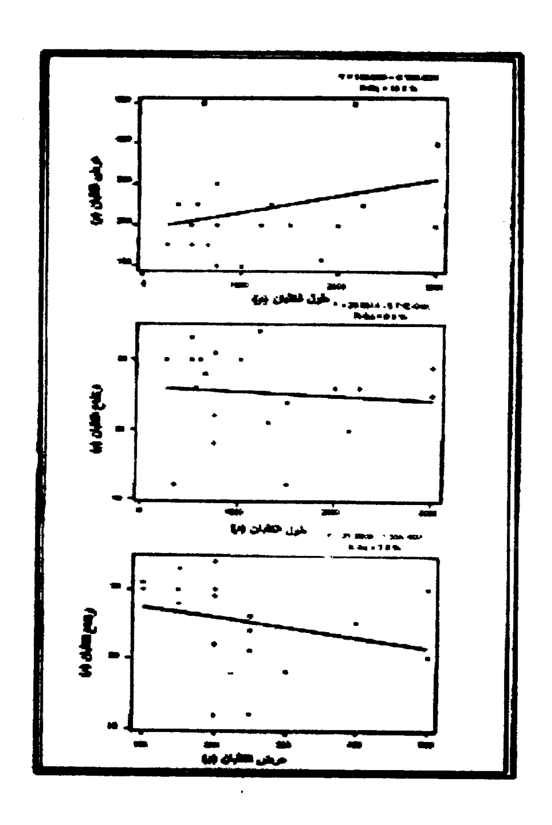
- أبعاد الكثبان الطولية المركبة :

تم قياس أبعاد الكثبان الطولية المركبة من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ :٥٠٠٠٠ وتم معالجتها إحصائياً، وقد إتضح ما يلى:

- يتراوح طول الكثبان الطولية المركبة ما بين ٣٥٠م و٣٠٠٠م بمتوسط طول قدره ١٤٣٠م وإنحراف معيارى قدره ٧٨٩,١٥م، وتبلغ نسبة الكثبان الطولية المركبة التى تتراوح أطوالها بين ٦٠٠م إلى ٩٠٠م ٢٦٪ من إجمالى عدد الكثبان، وأقل نسبة ٩٪ وتمثلها الكثبان التى يتراوح طولها بين ٢٧٠٠م و٣٠٠٠م.
- يتراوح عرض الكثبان الطولية المركبة ما بين ١٠٠م و٥٠٠م، ويبلغ متوسط عرض هذا النوع من الكثبان ٢٨٠م بإنحراف معيارى قدره ١٢٠,٦٢م، وتمثل الكثبان التى يتراوح عرضها بين ٢٠٠م-٢٥٠م ٣٠٪ من إجمالى عدد الكثبان، وأقل نسبة ٤٪ للكثبان التى يتراوح عرضها بين ٣٥٠-٤٠٠م.
- يتراوح ارتفاع الكثبان الطولية المركبة ما بين ١٠م و٣٨م، بمتوسط قدره ٢٤,٥م، وإنحراف معيارى قدره ٧,٢٩م، وتمثل الكثبان التى يتراوح إرتفاعها بين ٢٠-٣٥م ٣٥٪ من إجمالى عدد الكثبان وأقل نسبة ٤٪ للكثبان التى يتراوح ارتفاعها بين ١٠-١٥م.
- تبين من دراسة قيمة معامل الإرتباط بين أبعاد الكثبان الطولية المركبة أن قيمة معامل الإرتباط بين طول وعرض الكثبان المركبة ٠,٣١٧ وبين الطول والإرتفاع ٠,١٧٣ ، وبين العرض والإرتفاع ٠,٢٣٣ بمعامل ثقة قدره ٩٥٪ شكل (٤٢) . وهذا يشير إلى عدم وجود علاقة ارتباط بين أبعاد الكثبان الطولية المركبة مما يدل على عدم نمو هذه الكثبان بمعدل ثابت.

٣- السمات المورفمترية لسفوح الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل:

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على السمات المورفمترية لسفوح الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل، وتنقسم هذه الدراسة إلى:



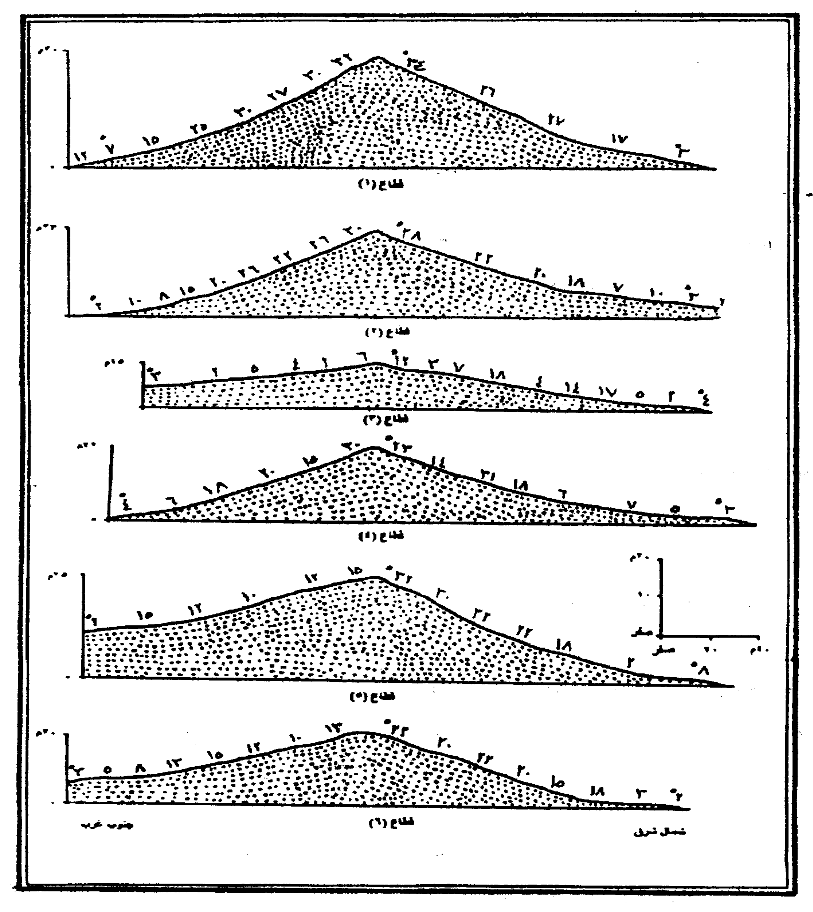
شكل (٤٢)
العلاقات الإحصائية بين أبعاد الكثبان الطولية المركبة

أ- زوايا الإنحدار :

أوضحت الدراسة الميدانية أن زوايا الإنحدار على سفوح الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة تتراوح بين درجة واحدة و٣٤ درجة. شكل (٤٣)، ويوضح شكل (٤٤) ما يلى:

- تمثل مجموعة الإنحدارات الخفيفة التى تتراوح بين (صفر-٩درجة) ٣٠,٤٪ من إجمالى المسافات الأرضية، وتشكل مجموعة الإنحدارات المتوسطة التى تتراوح بين (١٠-٢٤) درجة ٤٨,٣٪ من جملة المسافات الأرضية، وتشكل الإنحدارات الشديدة (٣٥-٣٩ درجة) ٢١,٣٪ من جملة المسافات الأرضية.
- يتضح من الشكل (٤٤) أن الزاوية المميزة لجميع القطاعات هى ٨ درجة وهى تمثل ١٠,٤٪ من إجمالى المسافات الأرضية.
- تعتبر الزاوية ٨ درجة هى الزاوية المميزة لمجموعة الإنحدارات الخفيفة وتمثل ١٠,٤٪ من إجمالى المسافات الأرضية، والزاوية ١٥ درجة هى الزاوية المميزة لمجموعة الإنحدارات المتوسطة وتمثل ٩,٤٪ من إجمالى المسافات الأرضية، والزاوية ٣٠درجة هى الزاوية المميزة لمجموعة الإنحدارات الشديدة وتمثل ٧,٣٪ من إجمالى المسافات الأرضية.
- تعتبر الزاوية ٣ درجة هى الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الإنحدارات الخفيفة والزاوية ٧ درجة هى الزاوية الحدية العليا لها، بينما تعد الزاوية ١٤ درجة هى الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الإنحدارات المتوسطة، والزاوية ١٢ درجة هى الحدية العليا لها، وتمثل الزاوية ٢٨درجة الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الإنحدارات الشديدة، والزاوية ٣٣ درجة هى الحدية العليا لها.

تبين من دراسة العلاقة بين زوايا الإنحدار، ونسبة ما تشغله من مسافات أرضية عدم وجود علاقة ارتباط فيما بينهما حيث كانت قيمة معامل الإرتباط ٠,١٩٩ .



المصدر: قياس ميداني

شكل (٤٣) القطاعات العرضية للكثبان الرملية شرق البردويل

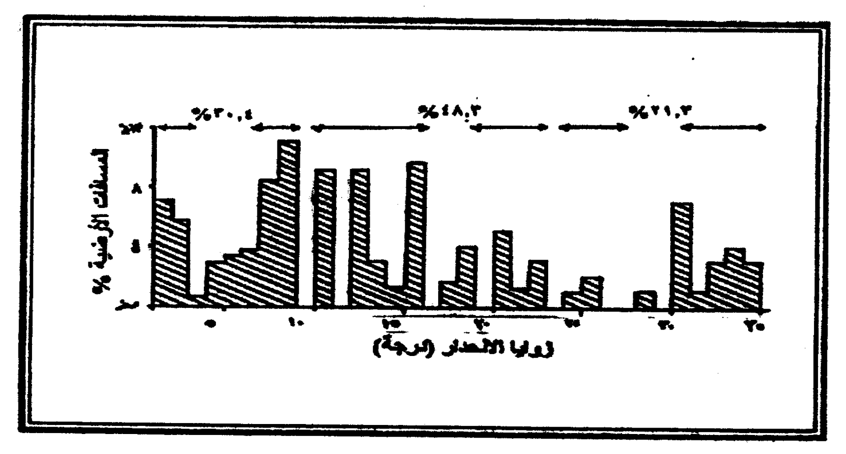
يتضح من العرض السابق أن القطاعات العرضية التى تم قياسها توضح أنها ذات إنحدارات خفيفة ومتوسطة غير منتظمة. شكل (٤٤) مع وجود تباين واضح بين القطاعات، حيث تظهر عدد من القمم فى بعض الكثبان، ولبعض القمم وجه إنزلاق واضح كما سبق الإشارة، ويرجع ذلك إلى تغير تأثير الرياح الثانوية من حافة إلى أخرى ومن جزء لآخر على طول سفح الكثيب.

ب- تقوس سطوح الكثبان:

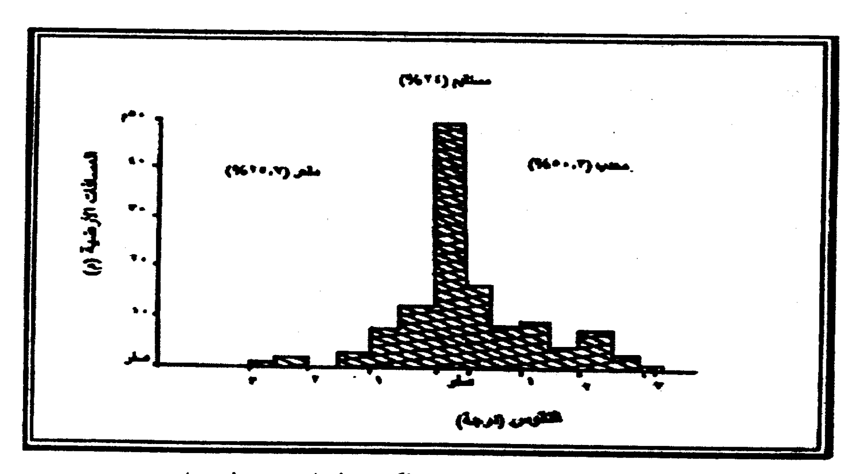
تهدف دراسة تقوس سطوح الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل إلى التعرف على أشكال سطوح الكثبان الرملية وسماتها بطريقة كمية، وقد تم حساب قيم التقوس وفقاً لطريقة عبد الرحمن وآخرون (Abdel Rahman, et al., 1980).

ويتضح من الشكل (٤٥) أن قيم التقوس على سطوح الكثبان تنقسم إلى ثلاث مجموعات هى:

- المجموعة الأولى وتشير إلى الأجزاء المستقيمة التى لا يتغير فيها الإنحدار، وهى تضم ٢٤ ٪ وتظهر عادة فى الجزئين الأعلى والأوسط من سطح الكثيب.
- المجموعة الثانية وتشير إلى تحدب السطح، وتتراوح بين أقل من ٠,٥ درجة إلى +٣ درجة وتشغل ٥٠,٣ ٪ وهى ذات قيم تقوس منخفضة، وتظهر الأجزاء المحدبة دائماً على الأجزاء العليا من سطح الكثيب.
- المجموعة الثالثة وتشير إلى تقعر أجزاء من سطح الكثيب، وتتراوح بين أقل من ٠,٥ درجة إلى ٢,٥ درجة، وتشغل ٢٥,٧ ٪ وتوجد فى الأجزاء الدنيا من سطح الكثيب، ومع وجود أجزاء مقعرة على القسم العلوى من سطوح بعض الكثبان، بسبب هبوب رياح معاكسة لإتجاه الرياح السائدة.
- نظراً لأن النسبة العظمى من الدرجات المقعرة والمحدبة تقل عن درجتين، فإن هذا يشير إلى أن التغير فى الإنحدار على سطوح الكثبان تدريجى.



شكل (٤٤) توزيع زوايا الإنحدار على سطح الكثبان الرملية شرق البردويل



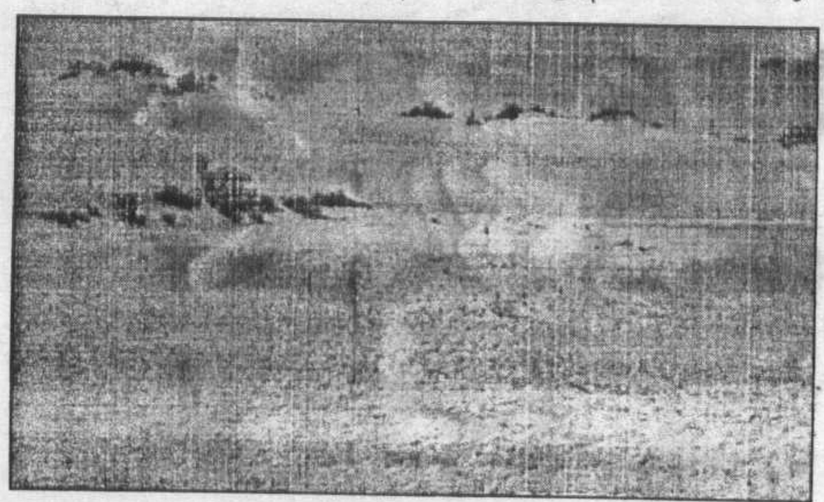
شكل (٤٥) قيم تقوس سطح الكثبان الرملية شرق البردويل

ثانياً: الغطاءات الرملية Sand Sheets:

تنتشر شمال منطقة الدراسة وتشغل ١٦,٣٢٪ من إجمالى مساحة المنطقة، ويحيط بها من الجنوب حقل الكثبان الرملية، وتبدأمن ارتفاع ١٠م فوق مستوى سطح البحر، ويقل ارتفاعها كلما إتجهنا صوب الشمال حيث تمتد السبخات الساحلية، شكل (٣٧)، وتوجد الغطاءات الرملية على هيئة فرشة من الرمال وتتميز بإستواء سطحها إلى حد كبير، ولا يظهر على سطحها سوى علامات تموج مؤقتة مرتبطة بسرعة الرياح، وتتكون الغطاءات الرملية من رمال تتراوح أحجامها ما بين ٠,٠٦٣م إلى ٢م، وتنمو الأشجار فى مساحات محدودة مبعثرة فى المناطق المنخفضة المنسوب، كما تنمو بعض النباتات الصحرواية على سطح الغطاءات الرملية عقب سقوط الأمطار.

ثالثاً: النباك Nebka:

هى تجمعات من الرمال المتراكمة حول الحشائش، والنباتات الصحراوية، وتعد النباك أحد الأشكال الرملية الواضحة على سطح السبخات، وعلى سطح وقاعدة بعض الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة صورة (١٥) وتتكون النباك من رمال تتراوح أحجامها ما بين الرمال الناعمة ٠,١٢٥م إلى رمال خشنة ٢م.



صورة (١٥) نباك على سطح وقاعدة كثيب رملى شرق المزار ١٠كم

أوضحت الدراسة الميدانية تباين أحجام النباك، حيث تراوح الطول والعرض بين متر وستة أمتار، بينما تراوح الإرتفاع بين عدة سنتيمترات ومتر واحد، ويختلف شكل النباك ما بين الشكل الطولى والشكل الهرمى، وتتخذ سفوح جوانب النباك الشكل المحدب-المقعر بصفة عامة، وتتراوح زوايا الإنحدار ما بين ٢٠-٣٠درجة فى الجانب المواجه للرياح، أما فى الجانب المظاهر للرياح تراوحت زوايا الإنحدار ما بين ٢-١٥درجة.

كذلك أوضحت الدراسة الميدانية أن النباك التى تظهر على سطح بعض الكثبان الرملية شمال منطقة الدراسة تمر بمرحلة النضوج، حيث تبين أن النباك تأخذ الشكل النموذجى حيث تكون الجوانب المواجهة للرياح قصيرة، تتراوح أطوالها ما بين متر-٣متر، شديد الإنحدار، وتتراوح زوايا الإنحدار ما بين ٢٠-٣٠متر، أما الجانب المظاهر للرياح فهو أقل طولاً وإنحداراً، فقد تتراوح أطوالها ما بين مترين إلى ستة أمتار، وتتراوح زوايا الإنحدار ما بين ٢-١٥ درجة.

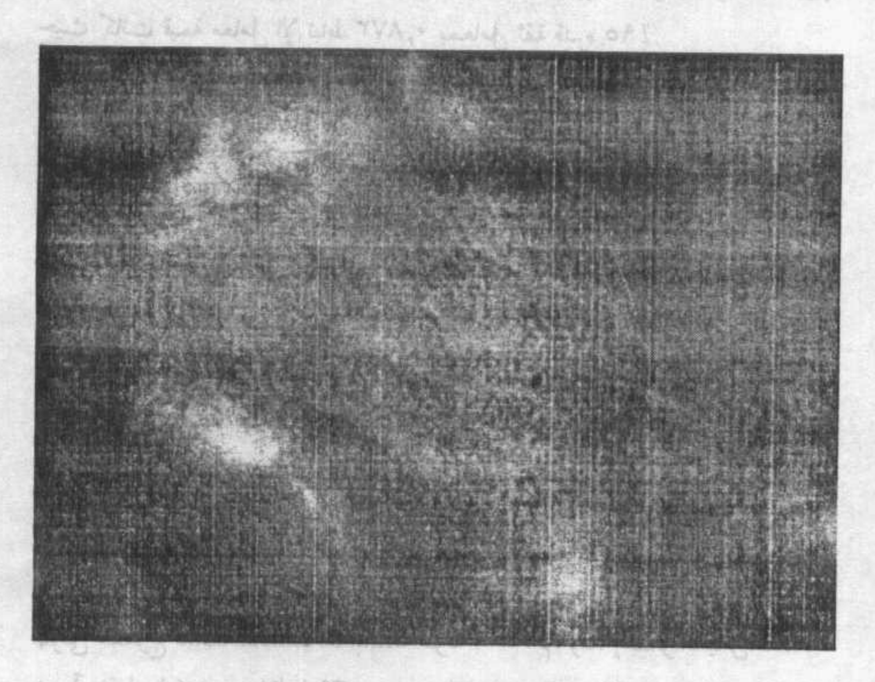
كذلك توجد بعض النباك على سطح السبخات شمال منطقة الدراسة، وتراوح الطول والعرض بين متر و٦متر، وتراوح الإرتفاع بين ٥٠سم، ٩٥سم، وتتخذ سفوحها الشكل المحدب المقعر.

ويرجع تكوين النباك فى منطقة الدراسة إلى وجود النباتات الصحراوية على سطح السبخات وبعض الكثبان الرملية، وسيادة الإنحدارات اللطيفة على السطح.

رابعاً: التموجات الرملية Sand Ripples:

هى إحدى الملامح المميزة التى تظهر على سطح فرشات الرمال والكثبان الرملية مع هبوب الرياح، وهى تشبه تموجات المسطحات المائية. وتشير الدراسات السابقة مثل دراسة باجنولد (Bagnold, 1944, p.144) ومابوت (Mabutt, 1977, p.227) إلى وجود علاقة بين سرعة الرياح وظهور التموجات الرملية، ويتوقف طول الموجة على حجم حبيبات الرمال.

أوضحت الدراسة الميدانية لمنطقة شرق بحيرة البردويل ظهور التموجات الرملية على سطح الكثبان الرملية، وتتميز هذه التموجات بوجود جانب مواجه للرياح Wind Ward Slope تراوحت زوايا إنحداره ما بين ١٠-١٢ درجة، وجانب مظاهر للرياح Lee Ward Slope تراوحت زوايا إنحداره ما بين ٣٠-٣٣درجة، وتتكون قمم هذه التموجات من رمال خشنة تراوح حجمها ما بين ١-٢م مستقرة على رمال ناعمة طباقية صورة (١٦)، ومع حركة الحبيبات الخشنة إلى أعلى ومع وصولها إلى القمة نتيجة لقفز الرمال تتقدم الموجة فى إتجاه الرياح بمعدل ملليمترات قليلة فى الدقيقة.



صورة (١٦) تموجات رملية على سطح كثيب رملى تتكون قمم التموجات من رمال خشنة مستقرة على رمال ناعمة

كذلك تم فى الدراسة الميدانية قياس أبعاد عينة تتكون من (١٠) تموجات رملية حيث تم قياس طول وإرتفاع كل موجة وتبين أن طول التموجات الرملية تراوح بين ١٥سم و٦٠سم، وبلغ متوسط الطول ٣٤,٦سم بإنحراف معيارى قدره ١٦,٢٢سم، ويتراوح ارتفاع التموجات الرملية بين ٢سم و٤,٥سم، وبلغ متوسط الإرتفاع ٣,٤سم بإنحراف معيارى قدره ١,١٥سم، وتراوحت نسبة نضوج التموجات الرملية Maturity Ratio ما بين ٥سم و١٥سم بمتوسط قدره ٩,٤٣سم، وبلغت نسبة النضوج العام للتموجات الرملية شرق بحيرة البردويل ٩,٧٢سم، كذلك تبين من حساب قيمة معامل الإرتباط بين طول وإرتفاع التموجات الرملية وجود علاقة إرتباط موجبة قوية فيما بينها حيث كانت قيمة معامل الإرتباط ٠,٨٧٣ بمعامل ثقة قدره ٩٥٪.

حركة الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل

تتحرك رمال الكثبان مع هبوب الرياح، ويتحكم فى حركة الرمال ومعدلات تقدمها عدد من العوامل أهمها سرعة الرياح، متوسط نصف قطر الحبيبة، درجة خشونة السطح، كمية ونوع الغطاء النباتى، كمية الرطوبة فى الرمال. (Fryberger, 1976. p.146).

ولقد أوضحت الدراسات السابقة عن حركة الكثبان الطولية من خلال القياسات والملاحظات الحقلية أن الكثبان الطولية تتحرك قممها فى إتجاه حركة الرياح، ولقد لاحظ باجنولد (Bagnold, 1941) أن معدل تقدم سلاسل الكثبان السيفية يختلف من سلسلة إلى أخرى، وهو يرى عدم وجود علاقة بين معدل تقدم الكثيب وحجمه.

وفى بحر الرمال شمال سيناء، قام تسور (Tsoar, 1983) بقياس حركة كثيب طولى متعرج Sinuous Linear dune طوله ١٥٠٠م، وقد إستمر القياس لمدة ٣٢ شهراً، تحرك الكثيب خلالها ٣٩م، بمتوسط شهرى قدره ٣١,٢٢، ومتوسط سنوى ١٦,٦٤م، وقد لاحظ (Tsoar) أن حركة الكثيب خلال الصيف تصل إلى ١,٣١م/شهر، وفى الشتاء، ١,١٢م/شهر، ولقد لاحظ أيضاً أن القمم والسروج تتحرك ببطء فى إتجاه الرياح على طول المحاور الطولية بمتوسط سنوى قدره ٨,٤م.

وقد توصل إلى أنه قد تظهر قمم وسروج جديدة مع حركة الكثيب الطولى بالقرب من قمة الكثيب (Embabi, 2000, pp. 69-70) .

كذلك أوضحت دراسة (Fikry, et al., 1997, p.1) أن معدل تحرك الرمال فى منطقة شمال سيناء قدر بنحو ٨م/السنة فى إتجاه ج ٨٥ق، وتمثل منطقة الدراسة جزء من القطاعين الأكثر تعرضاً لزحف الرمال من الطريق الدولى وهما قرية الخربة والنجاح، والقطاع الممتد من قرية التلول إلى الكيلو (٢٠) غرب مدينة العريش ويشمل منطقة الدراسة.

ولقد أوضحت الدراسة الميدانية أن الكثبان الطولية والطولية المركبة بمنطقة الدراسة نشطة Active، وتتحرك مع هبوب رياح متوسطة السرعة، حيث يتم تذرية الجانب اللطيف الإنحدار من الكثيب، والإرساب على الجانب الآخر، وعادة ما تبدأ التذرية عند أقدام الجانب اللطيف للإنحدار، ولقد أمكن من خلال الدراسة الميدانية قياس سمك رمال التذرية وذلك من خلال قياس طول الجزء المكشوف من جذور النباتات وتبين أنه يتراوح ما بين ٥سم ومتر ونصف.

وتجدر الإشارة إلى أن معدل تحرك الرمال يختلف على مدار العام وفقاً لسرعة الرياح، فكما سبقت الإشارة إلى أن الرياح المؤثرة فى تكوين وحركة الكثبان بالمنطقة، وهى الرياح ذات السرعات المتوسطة والتى تتراوح سرعتها بين ١١ و٢١ عقدة، والرياح القوية التى تزيد سرعتها عن ٢٢ عقدة تمثل ٢٦,٧٪ شتاءاً و٣٥,٧٪ صيفاً، وبهذا يمكن القول أن سرعة حركة الرمال تزيد فى فصل الصيف مع زيادة سرعة الرياح إلى جانب إرتفاع درجة الحرارة فى هذا الفصل حيث يصل متوسط الحرارة العظمى فى العريش ٣٠,٦°م مما يعمل على تبخر المياه التى توجد بين حبيبات الرمال، ويزيد من سرعة حركتها.

يتضح من العرض السابق خطورة حركة الكثبان الرملية شرق بحيرة البردويل والتى تهدد بالخطر طريق القنطرة شرق- العريش الدولى، ومناطق التنمية الحديثة فى شمال سيناء والتى سيتم زراعتها إعتماداً على مياه ترعة الشيخ جابر الصباح، وخاصة المنطقة

الخامسة من مشروع تنمية شمال سيناء، والتى تبلغ مساحتها ١٣٥ ألف فدان والمعروفة بإسم السر والقوارير. (الهيئة العامة للإستعلامات، ١٩٩٦، ص٢٨).

عوامل تكوين الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل

يمكن تحديد العوامل التى ساعدت على تكوين الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل على النحو التالى:

١- وجود مصدر دائم للرمال:

قد يكون من الضرورى لتكوين الأشكال الرملية وجود مصدر دائم للرمال، وتتعدد مصادر الرمال المكونة للأشكال الرملية شرق البردويل، وذلك وفقاً للدراسات السابقة عن بحر الرمال شمال سيناء ونذكر منها دراسة شكرى وفيليب (Shukir & Philip, 1959)، الفار (Al Far, 1964)، ميساك والشاذلى (Misak & El Shazly, 1982)، الشاذلى وآخرون (El Shazly, et al., 1986) وكامل (Kamel, 1989)، حيث أوضحت هذه الدراسات تعدد مصدر الرمال المكونة للأشكال الرملية على النحو التالى:

- رمال من أصل نيلى Nile Sediments.
- رمال ناتجة عن نحت الصخور بوادى العريش بسيناء، حملتها الرياح إلى المنطقة.
- رمال حملتها مياه الأودية التى تقطع سطح شمال ووسط سيناء خلال الفترة المطيرة.
- رمال منقولة بواسطة الرياح من رواسب الشاطئ.

٢- طبوغرافية السطح:

أوضح كل من بيدنل (Beadnell, 1910) وباجنولد (Bagnold, 1944, p.168) أن الرمال تميل للتجمع فى المناطق المنخفضة المنسوب، كذلك يؤيد هيوم هذا الرأى، ويرى أن عامل الجاذبية هو المسئول عن إرساب الرمال فى المناطق المنخفضة.

ومن خلال الدراسة السابقة عن السمات العامة لسطح المنطقة موضوع الدراسة وتحليل خريطة التضاريس النسبية، وخريطة الإنحدارات، يتضح أن المنطقة تتميز

بإنخفاض المنسوب، وسيادة الإنحدارات الخفيفة مما ساعد على تكوين الأشكال الرملية بها.

٣- الرياح :

أوضحت الدراسات السابقة عن إتجاهات الرياح بمحطة العريش أنها تهب من جميع الإتجاهات بنسب مختلفة، ويسود الإتجاه الشمالى الغربى والشمالى، وهذه الرياح أكثر ثباتاً وإستقراراً على مدار السنة، وهى التى حددت إتجاهات الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة، أما الرياح التى تهب من الجنوب الغربى والجنوب فهى المسئولة عن تعقيد شكل الكثبان بالمنطقة.

٤- الرطوبة الأرضية :

تعمل الرطوبة الأرضية على وقف تقدم الرمال وتراكمها فوق سطح المنطقة المشبعة بها، وتتميز منطقة شرق بحيرة البردويل بإرتفاع نسبة الرطوبة الأرضية بها، ويرجع ذلك لوقوع المنطقة على ساحل البحر المتوسط وشرق بحيرة البردويل.

الأهمية الإقتصادية للرمال شرق البردويل

تتميز الرمال فى شمال سيناء وبصفة عامة وفى منطقة الدراسة بصفة خاصة بإحتوائها على نسب عالية من المعادن الثقيلة ذات القيمة الإقتصادية وتشير الدراسات السابقة إلى إرتفاع نسب المعادن الثقيلة فى الرمال بالقرب من بحيرة البردويل.

كذلك أوضحت دراسة كامل (Kamel, 1989, p.163) التى تم فيها قياس إشعاعية رواسب الرمال السوداء Radioactivity of Black Sands وجود قراءات إشعاعية عالية نسبياً فى الرواسب التحت سطحية Sub-Surface والتى تتراوح بين ٤٤ و١٨٠ (CPS)، بينما قدر إشعاعية الرمال فى الرواسب السطحية Surface بما يتراوح بين ١٦ و١٠٠ (CPS)، ويرجع ذلك لوجود نسبة مرتفعة من الزيركون والمونازيت.

ويمكن الإستفادة من المعادن الثقيلة فى رمال شرق البردويل فى المجال الصناعى حيث يستفاد من الزيركون فى صناعة السيراميك والأدوات الصحية وفى الصناعات

النووية، بينما يستخدم المونازيت فى صناعة الأدوات الكهربائية. (الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية، د.ت، ص٣).

كذلك أوضح التحليل المعملى[١] الذى قامت به الباحثة لعينات الرمال شرق بحيرة البردويل أن نسبة المواد الكلسية فى جميع العينات تتراوح بين ٠,٣٣٪ و١,٣٪ من إجمالى وزن العينات، وهذا يشير إلى صلاحية رمال الكثبان كمادة بناء نظراً لإنخفاض نسبة المواد الكلسية فيها.

النتائج :

أوضحت الدراسة الجيومورفولوجية للأشكال الرملية شرق البردويل مايلى:

١ - إن منطقة الدراسة تمثل منطقة منخفضة المنسوب، ويزيد الإرتفاع كلما إتجهنا جنوباً، كما تسود الإنحدارات الخفيفة على سطح المنطقة بصفة عامة، حيث بلغت إجمالى المساحة التى تشغلها الإنحدارات التى لا تزيدعن درجتين ٩٠,١٪ من إجمالى مساحة المنطقة.

٢ - ساعدت الأحوال المناخية وإرتفاع نسبة الرطوبة الأرضية، وطبوغرافية سطح المنطقة على تكوين الأشكال الرملية بمنطقة الدراسة وإكسابها صفات چيومورفولوچية خاصة.

٣ - تشغل الكثبان الرملية مساحة قدرها ٥٩,٣٩٪ من إجمالى مساحة منطقة الدراسة، وتصل الكثافة العامة للكثبان الرملية إلى ١٠,٣ كثيب/كم٢، وتتراوح كثافة الكثبان بين كثيب واحد/كم٢ إلى ٥ كثيب/كم٢، وتنقسم الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة إلى جيلين هما جيل الكثبان القديمة وتنتشر جنوب شرق منطقة الدراسة، وتتخذ أشكال البرخان والكثبان العرضية، وهى كثبان ذات سطح ممهد تنمو عليه النباتات، أما الجيل الحديث فهو يتخذ شكل كثبان طولية وطولية مركبة وهى كثبان نشطة.

---

(١) تم إجراء التحليل المعملى للعينات بمعمل قسم الجغرافيا بكلية الآداب فرع بنها، جامعة الزقازيق.

٤- تغطى الكثبان الطولية مساحة قدرها ١٧,٣ ٪ من إجمالى مساحة منطقة الدراسة، وتمتد بمحور شمالى غربى- جنوبى شرقى، وتنقسم إلى كثبان طولية مستقيمة، وكثبان طولية متعرجة مع الإحتفاظ بالشكل الطولى، وتتميز بعض الكثبان الطولية بوجود واجهات إنزلاق يصل إرتفاع بعضها إلى ثلث إرتفاع الكثيب.

٥- توجد الكثبان الطولية المركبة فى القسم الغربى والجنوبى الغربى من منطقة الدراسة، وقد سجل بالمنطقة نمطين لهذا النوع من الكثبان وهما نمط الإتصال العادى المفتوح فى إتجاه مقتبل الرياح، ونمط الإتصال المعكوس، ويرجع ذلك لخصائص طبوغرافية السطح.

٦- من دراسة السمات المورفمترية لسفوح الكثبان الرملية تبين أن سطوح الكثبان تتميز بسيادة الإنحدارات الخفيفة الغير منتظمة، ووجود تباين واضح بين القطاعات بسبب ظهور بعض القمم وواجهات الإنزلاق فى بعض الكثبان تحت تأثير الرياح الثانوية، كذلك تتخذ سطوح الكثبان شكلاً محدباً مقعراً بوجه عام وتسود المحدبات الأجزاء العليا، وتشغل المقعرات الأجزاء السفلى، وبصفة عامة تقل النسبة العظمى للدرجات المحدبة والمقعرة عن درجتين، مما يشير إلى أن التغير فى الإنحدار على سطوح الكثبان تدريجى.

٧- توجد بعض النباك على سطح السبخات وبعض الكثبان الرملية، وتتخذ سفوحها الشكل المحدب- المقعر، وبعض النباك شمال منطقة الدراسة تمر بمرحلة النضج، وترجع نشأتها إلى وجود النباتات الصحراوية على سطح بعض الكثبان والسبخات، مع سيادة الإنحدارات اللطيفة.

٨- أوضحت الدراسة الميدانية أن بعض الكثبان بمنطقة الدراسة نشطة، وتتحرك مع هبوب الرياح متوسطة السرعة، وقد تراوح سمك رمال التذرية بين ٥سم ومتر ونصف. وبصفة عامة تتحرك الكثبان بمنطقة الدراسة فى إتجاه الجنوب والجنوب الشرقى مما يهدد بالخطر طريق القنطرة شرق- العريش الدولى، ومناطق التنمية الحديثة فى شمال سيناء.

٩- أوضحت الدراسة إحتواء الرمال على نسب عالية من المعادن الثقيلة مما يزيد من قيمتها الإقتصادية لصلاحيتها لعديد من الصناعات، كذلك أوضح التحليل المعملى صلاحية رمال الكثبان كمادة بناء نظراً لإنخفاض نسبة المواد الكلسية بها.

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر:

١- أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا، مركز الإستشعار من بعد، الأطلس الفضائى لجمهورية مصر العربية، الجزء الأول، مقياس ١ :٥٠٠٠٠، طبعة ١٩٩٠.

٢- الهيئة العامة للمساحة العسكرية، الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس ١ :٥٠٠٠٠، طبعة ١٩٩٥.

٣- الهيئة العامة للمساحة العسكرية، لوحات الموزيك الجوية لمنطقة الدراسة، مقياس ١ :٥٠٠٠٠، طبعة ١٩٧٦.

٤- الهيئة العامة لمشروعات التعمير والتنمية الزراعية، مجموعة خرائط شمال سيناء مقياس ١ :٥٠٠٠، طبعة ١٩٨٣.

٥- الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، الخريطة الجيولوجية لسيناء «لوحة رقم ٥»، مقياس ١ :٢٥٠٠٠٠، طبعة ١٩٩٢.

٦- الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، «الرمال السوداء»، وزارة الصناعة والثروة المعدنية، جمهورية مصر العربية، بدون تاريخ.

٧- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، البيانات المناخية لمحطة العريش، (الفترة من ١٩٨٠-١٩٩٤).

ثانياً: المراجع العربية:

٨- إمبابى وعاشور، نبيل سيد، محمود محمد (١٩٨٣):

«الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر»، الجزء الأول، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة.

٩- الهيئة العامة للإستعلامات (١٩٦٦):

«ترعة السلام والعبور الثانى لسيناء»، وزارة الإعلام.

١٠- دسوقى، صابر أمين (١٩٩٢):

«جيومورفولوجية الأشكال الرملية فى حوض واديى الحاج والجدى بسيناء»، المجلة الجغرافية العربية، العدد الرابع والعشرون، الجمعية الجغرافية المصرية.

١١- دسوقى، صابر أمين (٢٠٠٠):

«الكثبان الطولية شرق قناة السويس: تحليل جيومورفولوجى»، المجلة الجغرافية العربية، العدد الخامس والثلاثون، الجزء الأول، الجمعية الجغرافية المصرية.

١٢- محسوب، محمد صبرى (١٩٩٨):

«جغرافية مصر الطبيعية»، الطبعة الأولى، دار الفكر العربى.

ثالثاً: المراجع الأجنبية:

13- Abdel Rahman, M. A., et al., (1980-1981):

"Some geomorphological aspects of Siwa Region". Bull. Soc. Geog. De Egypt, Vol. 53-54, pp. 17-41.

14- Al-Far, D.M., (1964):

"The black sands of North Sinai. Mediterranean coast". Bull. Inst. Egypt. Vol. XLVI, pp.1-27.

15- Bagnold, R.A., (1944):

"The physics of blown sand and desert dunes", Methan and co. ltd., London.

17- Embabi, N.S., (1995):

"Types and patterns of sand dunes in Egypt", Bull. Soc. Geog. D'Egypt Vol. 68, pp.57-89.

18- Embabi, N.S., (2000):

"Sand dunes in Egypt", Sedimentary Geology of Egypt. Geol. Dept. Bldg. Fac. Sciences, Ain Shams Univ. Cairo, 11566, Egypt. pp. 44-87.

19- El Shazly, M.M., et al., (1986):

"Studies on Beach and dune sands on the Mediterranean sea Coast. At El Masaid, West of El Arish, Sinai", Egypt, J. Geol. 30, No. 1-2, pp. 1-8.

20- El Shazly, M.M., (1990):

"Genesis Formation and Classifications of soils of the coastal plain

of Sinai peninsula. Egypt" Egypt. J. Soil. Sci. Cairo, Egypt Vol. 30, No.1-2, pp.59-72.

21- Fikry, K. et al., (1997):

"Preliminary assessment of the impacts of the drifting sands of the development activities in North Western Sinai, Egypt", Remo. Sensi. And Spac. Sciem.

22- Fryberger, S.G., (1979):

"Dune forms and wind regime", In "A study of global sand seas", Editor: Mckee. D., Geol. Surv. Prof Paper, 1052, pp.137-170.

23- Kamel, A.F., El Rakaiby, M.M., & El Kassas, I.A., (1982):

"Photointer pretation of sand dune belts in northwestern Sinai, Egypt", J. Geol. Special Issue, Part 1, pp. 57-70.

24- Kamel, A.E., (1989):

"Geomorphic setting and radioactivity of the sand deposits east El Bardawil, North Sinai, Egypt", Asw. Sci. Tech. Bull. Vol. 10, pp. 155-169.

25- Mabutt, (1977):

"Desert Landforms", First Edit. Mit Press, Cambridge.

26- Misak, R.F., & El Shazly, M.M., (1982):

"Studies on the blown sands at some localities in Sinai and Northern Western Deserters, Egypt", J. Geol Special Issue, part1. pp.47-56.

27- Misak, R.F., & Attia, S.H., (1983):

"On the sand dunes of Sinai Peninsula, Egypt J. Geol. 27, No.1-2, pp. 115-131.

28- Misak, R.F., & Draz, M.Y., (1990):

"Sand drift control of coastal and desert dunes: Selected case studies", 9 th symp. Quaternary Develop. Egypt, fac. Sci. Mansoura, Egypt, p.9.

29- Pye, K., & Tsoar H, H., (1990):

"Aeolian sand and sand dunes", Unwin Hyman, Ltd. L.

30- Trask, M.R., (1930):

"Mechanical analysis of sediments by centrifuge"Jour. Goal. Vol.25.

31- Young, A., (1972):

"Slopes", Longman.



الجزء الثاني

دراسات چيومورفولوچية في القسم الغربى من المملكة العربية السعودية



البحث الخامس

تحليل الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة السهل الساحلي الممتدة من خور أبحر إلى خور السودة

مجلة كلية الآداب - جامعة الزقازيق - فرع بنها
العدد الرابع ٩٤/١٩٩٥



تحليل الخريطة الچيومورفولوچية لمنطقة السهل الساحلي الممتدة من خور أبحر إلى خور السودة «السهل الساحلي الغربي للملكة العربية السعودية»

المقدمة:

تقع المنطقة موضوع الدراسة فيما بين خور أبحر فى الشمال وخور السودة فى الجنوب على السهل الساحلى الغربى للملكة العربية السعودية. ويحد المنطقة جنوباً دائرة عرض ٣٠َ ٢٠ْ، وشمالاً ٤٥َ ٢١ْ، ويحدها خط طول ١٠َ ٣٩ْ من جهة الغرب، وخط طول ٤٥َ ٣٩ْ من جهة الشرق شكل رقم(٤٦) وتبلغ طول المسافة بين خور أبحر فى الشمال إلى خور السودة فى الجنوب ١٢٨ كم، ويتراوح عرض السهل الساحلى بين ١٠ كم و٤٣ كم، ومتوسط عرضه ٢٤,٤ كم.

ويحد منطقة الدراسة من جهة الشمال جبل الحرة، ومن الجنوب حرة طافل، ومن الغرب ساحل البحر الأحمر الممتد من خور أبحر شمالاً إلى خور السودة جنوباً، ومن الشرق سلسلة من التلال هى من الشمال إلى الجنوب، جبل غيا، أم حبلين، بريمان، أبدلية، موفيا، فيرج الحمراء، أغليل، القلعة، طويلة، أبو شداد، شاما. وتقطع هذه الكتل الجبلية المنخفضة المنسوب عدد من الأودية، هى من الشمال إلى الجنوب، وادى دغيج، عسارى، بنى مالك، عشير مصعب، ومصب وادى فاطمة، ووادى آدم. وتنتهى هذه الأودية بمصبات مروحية أما عند أقدام التلال بينما يمتد بعضها ليصب فى البحر الأحمر مثل وادى فاطمة.

أسباب إختيار الموضوع للدراسة:

تتميز المنطقة بتنوع الظاهرات الچيومورفولوچية بها سواء كانت ظاهرات چيومورفولوچية نتجت بفعل التعرية البحرية. أو ظاهرات نتجت بفعل التعرية النهرية أو الهوائية، مما يجعلها مجالاً خصباً للدراسة. وقد ساعد على إتمام هذا البحث توافر الخراط الجيولوجية، والجغرافية والصور الجوية.



شكل (٤٦)

موقع منطقة الدراسة

أهداف الدراسة:

١- تهدف هذه الدراسة إلى رسم خريطة مورفولوچية للمنطقة موضوع الدراسة، ثم إجراء دراسة تحليلية دقيقة عن أهم الظاهرات الچيومورفولوچية بالمنطقة من حيث شكل وأبعاد وأصل وعمر هذه الظاهرات.

٢- توضيح أهم السمات الچيومورفولوچية العامة التى تميز المنطقة، وتحديد أهم الخصائص الچيومورفولوچية الدقيقة، التى تميز الأقسام المورفولوچية الرئيسية بالمنطقة.

٣- تحديد شكل سطح الأرض للإستفادة منها فى عمليات التخطيط، وتحديد أفضل الطرق الإقتصادية للإستخدام الأمثل للمنطقة، ويتم ذلك من خلال تحديد درجات إنحدار سطح الأرض للإستفادة منها فى عمليات مد الطرق، وتحديد المناطق التى يمكن إستغلالها للإستصلاح الزراعى، وتحديد أهم المناطق الصالحة لإقامة قرى سياحية للإستفادة منها إقتصادياً.

٤- تحديد مناطق الخطر التى قد تهدد الإنسان، مثل مناطق الإنهيارات الصخرية، أو زحف الصخور أو غيرها.

٥- إقتراح الأسلوب الأمثل للإستفادة من بعض الظاهرات الچيومورفولوچية، التى تشغل مساحة لابأس بها من منطقة الدراسة، مثل ظاهرة السبخات.

الدراسات السابقة :

يمكن تقسيم الدراسات السابقة علي النحو التالي:

(١) دراسات چيولوچية عن المنطقة مثل دراسة (الشنطى، ١٩٩٣)، دراسة (Skipwith, 1973) عن السهل الساحلى للبحر الأحمر فى المملكة العربية السعودية، (Skiba & Others, 1977) عن چيولوچية جدة- مكة، (Khallaf, 1980) عن الخريطة الچيولوچية لجدة.

(٢) دراسات عن تحليل الخرائط الچيومورفولوچية مثل دراسة (Savigear, 1965)، (Cooke & Dornkamp, 1977)، (Finalyson & Statham, 1981).

(٣) دراسات عن چيومورفولوچية السواحل، ونذكر منها دراسة (إمبابى، ١٩٨٤) عن التغلغل البحرى فى الساحل القطرى.

(٤) دراسات عن الظاهرات الچيومورفولوچية مثل دراسة (عاشور وآخرون، ١٩٩١) عن السبخات فى شبه جزيرة قطر.

الوسائل المستخدمة فى الدراسة :

١- الإطلاع على ما كتب عن المنطقة موضوع الدراسة، من كتب ومقالات علمية.

٢- إجراء دراسة ميدانية دقيقة للمنطقة وقد إنقسمت هذه الدراسة إلى ثلاث مراحل هى :

أ- مرحلة أولى وكانت فى شتاء (١٩٩٣م)، حيث تم إجراء دراسة إستطلاعية للمنطقة.

ب- مرحلة ثانية وكانت فى صيف (١٩٩٣م)، حيث تم إجراء دراسة عن الظاهرات الجيومورفولوجية، وتوزيعها على خرائط لمقارنتها بالخرائط الطبوغرافية والصور الجوية، وتم قياس أبعاد بعض الظاهرات بالمنطقة، وجمع العينات لتحليلها معملياً.

جـ- مرحلة ثالثة وكانت فى أبريل (١٩٩٤م)، لمعرفة التغيرات التى طرأت على الظاهرات الچيومورفولوچية، وتسجيلها لمحاولة تفسيرها.

٣- تفسير وتحليل الخرائط الچيولوچية والجغرافية والصور الجوية.

خطوات إعداد الخريطة المورفولوچية للمنطقة موضوع الدراسة:

لقد تمت العديد من الدراسات عن الخرائط الچيومورفولوچية، التى إهتمت بتحديد مفهوم الخريطة الچيومورفولوچية والهدف منها، أنواعها، الخطوات المتبعة فى إعداد هذا النوع من الخرائط والرموز المستخدمة فيها. ومن هذه الدراسة دراسة واترز (Waters, 1958) وسافيجر (Savigear, 1956) وتريكارت (Tricart, 1965) زيودام (Zuidam,

(Cooke & Doornkamp, كوك ودورنكامب (Demek, 1972) ، ديمك 1968)
(Finlayson & Statham, 1981) فيلسيون وستاثم 1977).

ومن خلال الدراسات السابقة تم تحديد خطوات إعداد الخريطة المورفولوچية على النحو التالى:

١- تم الإطلاع على ما كتب عن منطقة الدراسة، وفحص الخرائط الچيولوچية والجغرافية والصور الجوية.

٢- تم إجراء دراسة ميدانية لمنطقة الدراسة للتحقق، ومطابقة ما قد تم إستخراجه من معلومات من الخرائط والصور الجوية، مع ما قد تم دراسته فى الحقل.

٣- تم رسم خطوط تمر بنقط التغير فى الإنحدار، على الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية، وتحديد التغير فى الإنحدار، إذا كان حاداً أو بطيئاً بحيث رسمت خطوط التغير الحاد فى الإنحدار بخطوط متصلة، وخطوط الإنحدار البطئ بخطوط متقطعة.

٤- وضعت الرموز الخاصة بكل ظاهرة من الظاهرات فى موقعها الخاص بها.

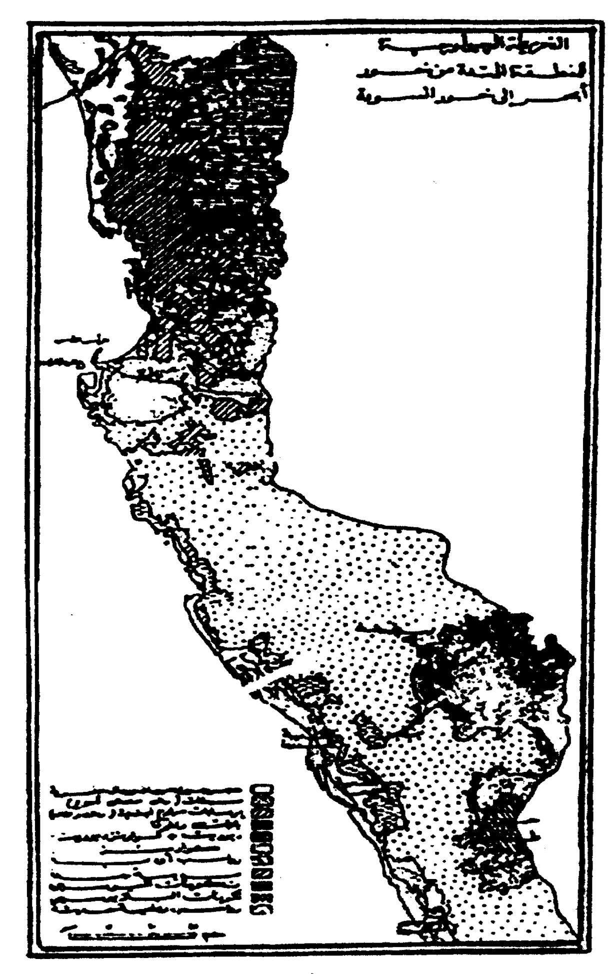
التكوين الچيولوچي:

ينقسم التكوين الچيولوچى فى منطقة الدراسة، وفقاً للتاريخ الچيولوچى إلى:

أولاً: تكوينات الكمبري:

تتكون التلال المنعزلة الواقعة إلى شرق منطقة الدراسة، من اللافا البازلتية وصخور بركانية مع قليل من الحجر الرملى والمارل. ويتكون جبل بريمان من كوارتز Quartiz Monzonite وتتكون الجبال الواقعة إلى جنوب بريمان من الديوريت، ويتكون جبل موفيا والطويلة والحمراء من تكوينات الكوارتز المعقدة (المهندس، السنوسى، «١٩٨٦»، ص١٥٣).

وتنتشر تكوينات البازلت جنوب شرق منطقة الدراسة، مكونة بعض التلال المنعزلة، كما تنتشر تكوينات الشست الأخضر المشتق من البازلت شكل (٤٧) ويتراوح سمك



شكل (٤٧)

الخريطة الجيولوجية للمنطقة الممتدة من خور أبحر إلى خور السودة

التكوين بين ٢ : ١٠م (Pallister, 1986. p.13).

ولقد تعرضت صخور هذا العصر للكثير من عوامل الإضطرابات المختلفة فى العصور التالية.

ثانياً: تكوينات الزمن الثالث:

توجد تكوينات الأليجوسين جنوب منطقة الدراسة وتعرف بإسم تكوينات سيتا Sita Formation، وهى تكوينات بركانية تنتمى للزمن الثالث، وتنقسم إلى نوعين وفقاً لتكوينها الكيميائى. ويتداخل مع هذا التكوينات صخور قاعدية عند جبل أبو شداد، أما فى حرة طافل يغطى تكوينات سيتا بازلت البلايوسين فى عدم توافق (Ibid, P.16).

ثالثاً: تكوينات الزمن الرابع:

تغطى إرسابات الزمن الرابع مساحة كبيرة من المنطقة الساحلية، وفى أحواض التصريف الضخمة مثل وادى فاطمة، وبنى مالك، وتنقسم إرسابات الزمن الرابع إلى:

(١) الحجر الجير المرجانى Reef Limestone:

أثبتت القطاعات أن سمكه يتراوح بين مترين إلى عشرة أمتار شمال جدة، ويزيد من الشرق إلى الغرب، ومع الإتجاه شرقاً يغطى بالرمال والحصى المشتق من الصخور النارية (Morris, 1975). وفى منطقة الشرفية بجدة يقدر سمكه بما يتراوح بين ثلاثة إلى أربعة أمتار. ويغطى بالرمال والحصى، ويرجع عمره إلى ٤٠٠٠٠ سنة قبل الميلاد (Moore & Rehili, 1989, p.46).

(٢) إرسابات الشاطئ المرتفعة Beach Deposits:

وتتكون من طبقات من الحصى والرمال الخشنة، وتمتد على شكل مدرجات ضيقة، يتراوح منسوبها بين ثلاثة أمتار إلى أربعة أمتار.

(٣) إرسابات المراوح الفيضية:

وتتكون من رواسب رملية وحصوية متداخلة مع إرسابات السهل الفيضى.

(٤) الإرسابات الفيضية Alluvial Deposits:

وهى تنتشر فى الأودية المتشعبة، وتتكون من رمال وحصى غير متماسك، ويختلف سمك وحجم وشكل هذه الرواسب من منطقة إلى أخرى.

(٥) إرسابات البيدمنت Pediment Deposits:

وهى تتكون من رمال وصلصال وحصى سيئ التصنيف (Pallister, 1986, P.21).

(٦) إرسابات الهشيم Talus Deposits:

وهى شظايا صخرية حادة الزوايا، غير مصنفة من حيث الحجم، ويغطيها ورنيش الصحراء Desert Varnish.

(٧) الرواسب الرملية Aolian Sand:

تسود فرشات الرمال فى المناطق الداخلية. وتوجد الحافات الرملية فى الجانب المظاهر للحافات. وتتكون الكثبان الرملية فى المناطق التى تزيد فيها قوة الرياح (Moore & Rehaili, 1989, P. 47).

(٨) إرسابات السبخات Sabkhas Deposits:

وتكون مناطق مستوية ملحية طميية ذات مناسيب منخفضة بالقرب من الساحل، وتغطى بطبقة رقيقة ملحية.

الخصائص المناخية:

تقع منطقة الدراسة داخل العروض المدارية، ولقد أثر هذا على أحوالها المناخية وخاصة الحرارة، فمن دراسة قيم الحرارة يلاحظ أن السنة تنقسم إلى فصلين رئيسيين هما:

١ - فصل صيف حار يبدأ من شهر مايو وحتى شهر أكتوبر، وتسجل أعلى درجة حرارة فى شهر يونية، حيث تتعامد الشمس على خط عرض مدينة جدة،

وتسجل الحرارة العظمى فى معظم شهور الصيف درجات حرارة تتراوح بين ٤٠ و٤٥ درجة ومتوسط درجات الحرارة فى شهور الصيف (٣٢,١٧ْم).

٢- فصل معتدل الحرارة يبدأ من نوفمبر ويستمر حتى أبريل، وتتراوح درجات الحرارة العصمى بين ٣٠ْ و٣٥ْم والصغرى بين ١٥ْ و١٩ْم، وتسجل فى شهرى ديسمبر ويناير درجات حرارة أدنى من ذلك، ويبلغ المتوسط الحرارى فى فصل الشتاء (٢٣,٥ْم) (El Jerash, 1989, P. 255).

أما من حيث الأمطار، فهى متذبذبة فمن دراسة المتوسطات السنوية لكمية الأمطار فى الفترة من عام ١٩٧٠ إلى ١٩٨٦ يتبين أن المتوسط السنوى لكمية الأمطار فى هذه الفترة بلغ (٥١,٣مم) وسجلت أعلى كمية أمطار فى عام ١٩٧٩) (٢٤,٥مم) بينما لم تسقط أمطار فى عام ١٩٨٦، ويمثل فصل الشتاء فصل سقوط الأمطار فى المنطقة، وأعلى الشهور من حيث كمية الأمطار شهرى يناير ونوفمبر (١٤مم).

من حيث الرطوبة الجوية، يلاحظ أنها تزيد فى فصل الصيف، ويسجل شهر سبتمبر أعلى معدلات الرطوبة النسبية، حيث تتراوح نسبة الرطوبة فى هذا الشهر بين ٩٠٪ و٩٥٪، بينما تنخفض معدلات الرطوبة النسبية فى الشتاء (Ibid, P. 255).

من دراسة معدلات التبخر فى الفترة من ١٩٧٠ وحتى ١٩٨٦، تبين أن معدلات التبخر تزيد فى شهور الصيف لتصل إلى (١٩٩,٩مم) فى شهر يوليو، وتنخفض إلى (٨٧,١مم) فى شهر يناير.

من دراسة المعدلات الشهرية لتوزيع النسب المئوية لإتجاهات الرياح فى مدينة جدة يلاحظ أن الإتجاه السائد للرياح هو شمال الشمال الغربى، حيث يمثل ٤٠٪ من المجموع الكلى للإتجاهات، يليه إتجاه الشمال، ويمثل ٢٥٪ ثم إتجاه الشمال الغربى ٢٠٪ ثم الغربى ١٥٪ من المجموع الكلى للإتجاهات. وللرياح دور هام فى التأثير على مياه البحر حيث أنها تتحكم فى سرعة عمليات المد والجزر (الرويثى، ١٩٨٣، ص٨٤).

تحليل الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة

من دراسة الخريطة الجيومورفولوجية شكل (٤٨) يمكن تقسيم الظاهرات الجيومورفولوجية فى منطقة الدراسة إلى:

أولاً: ظاهرات بنائية:

ثانياً: ظاهرات نحت.

ثالثاً: ظاهرات إرساب.

وسوف نتناول كل منها فيما يلى بالدراسة والتحليل:

أولاً: الظاهرات البنائية:

تشمل الظاهرات البنائية سلسلة التلال التى تمثل الحد الشرقى لمنطقة الدراسة، والتى تبدأ من جبل غيا شمالاً وتنتهى بجبل شاما جنوباً. وبصفة عامة لا يزيد إرتفاع هذه التلال عن ٣٠٠ متراً. وقد تم إختيار عينة من هذه التلال لدراستها دراسة مورفمترية، تمثلت فى قياس زوايا إنحدار سفوحها وتحليلها إحصائياً. وتشمل هذه العينة جبل بريمان، أبدلية، موفيا، الحمراء، وجبل أغليل، وتهدف هذه الدراسة إلى:

١- مقارنة توزيع زوايا الإنحدار على كل القطاعات للتعرف على أوجه التشابه والإختلاف مما يساعد على معرفة الشذوذ فى السمات المورفولوجية العامة المحلية التى تميز سفوح هذه التلال.

٢- التعرف على الزوايا السائدة التى تميز هذه السفوح، والتى قد تسهم فى إلقاء الضوء على الظروف المناخية التى أسهمت فى تطورها، وهذا يفيد فى الدراسات الهندسية التى تهتم بدراسة المنحدرات وميكانيكا التربة. (صالح، ١٩٨٥، ص٢٧١).

٣- معرفة مرحلة التطور التى تمر بها أشكال السطح فى المنطقة موضوع الدراسة.

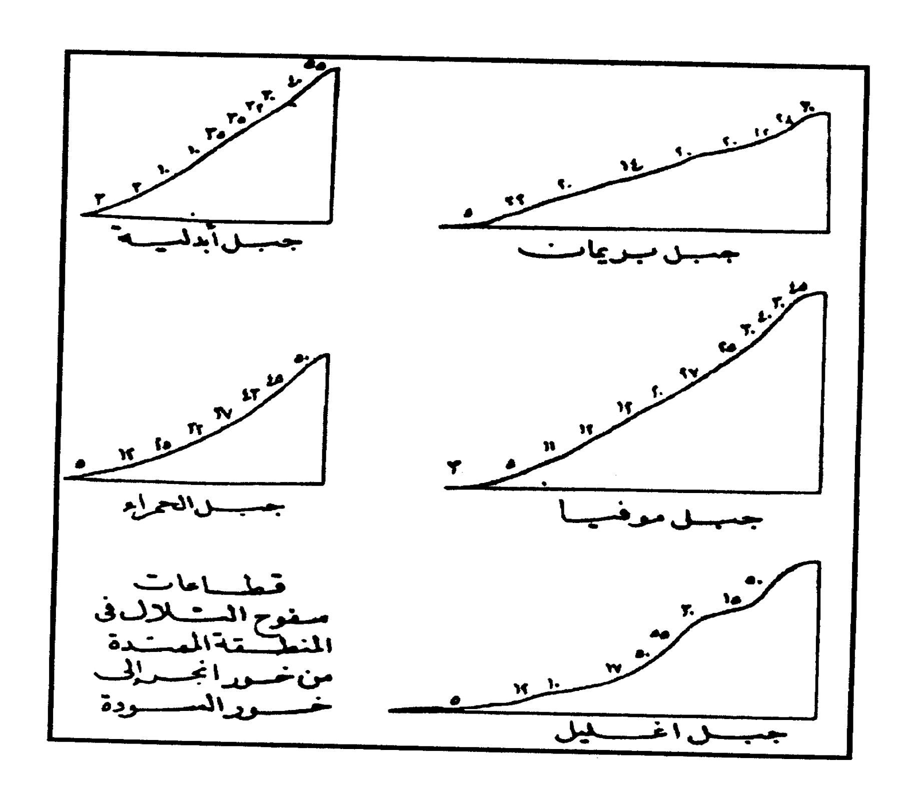
تحليل قطاعات سفوح التلال:

من دراسة الشكل رقم (٤٩) الذى يوضح قطاعات سفوح عينة التلال المختارة للدراسة يلاحظ ما يلى:



شكل (٤٨)

الخريطة الجيومورفولوجية للمنطقة الممتدة من خور أبحر إلى خور السودة



شكل (٤٩)

قطاعات سفوح التلال فى المنطقة الممتدة من خور أبحر إلي خور سودة

(١) جبل بريمان :

يقع شرق مدينة جدة إلى الشرق من مطار الملك عبد العزيز، يوضح القطاع الذى تم قياسه على السفح الغربى لهذا الجبل الذى يبدأ من قمة التل، وينتهى عند أقدامه، إن الشكل العام للسفح يتخذ شكل السفوح المحدبة المقعرة، وتراوحت زوايا الإنحدار بين ٣ درجة و٥٠درجة بمتوسط حسابى قدره ٦,٩ درجة.

(٢) جبل أبدلية:

يقع شرق مدينة جدة إلى الشرق من حى الصفا، وقد تم عمل قطاع على السفح الغربى لهذا التل، ويتخذ سفح التل شكل السفوح المحدبة المقعرة، وتراوحت زوايا الإنحدار بين ٣ درجة و٥٠درجة بمتوسط حسابى قدره ٢٤,١١ درجة، وإنحراف معيارى قدره ١٥,٥ درجة.

(٣) جبل موفيا :

يقع شرق مدينة جدة إلى الشرق من حى النسيم. ويتخذ شكل السفوح المحدبة المقعرة. وتتراوح زوايا الإنحدار بين ٣ درجة، و٤٥درجة، بمتوسط حسابى قدره ٢١,٦٧ درجة وإنحراف معيارى قدره ١٢,٨٧ درجة.

(٤) جبل الحمراء:

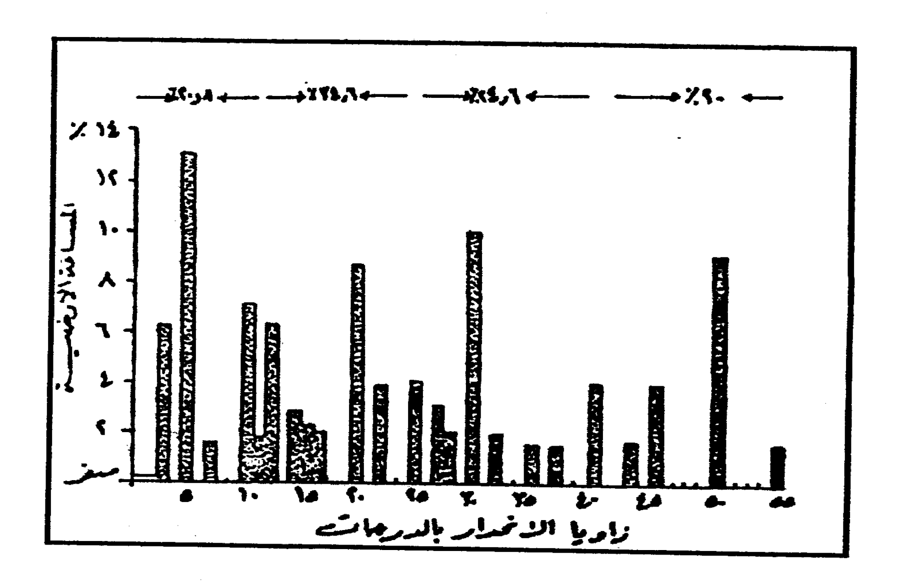
يقع شرق مدينة جدة إلى الشرق من حى الجامعة، وتتراوح زوايا الإنحدار بين ٥ درجة و٥٠ درجة بمتوسط حسابى قدره ٣١ درجة، وإنحراف معيارى قدره ١٥,٠٥ درجة.

(٥) جبل أغليل:

يقع على طريق جدة- مكة السريع إلى الشرق من إسكان الأمير فواز، ويتخذ السفح شكل السفوح المحدبة- المقعرة، وتتراوح زوايا الإنحدار على السفح بين ٥ درجة، و٥٥ درجة بمتوسط حسابى قدره ٢٧,١١ درجة وإنحراف معيارى قدره ١٨,٥٤ درجة.

تحليل زوايا الإنحدار :

يوضح الشكل رقم (٥٠) توزيع زوايا الإنحدار على سفوح عينة التلال المختارة



شكل (٥)

توزيع زوايا الإنحدار على سفوح عينة التلال المختارة فى المنطقة الممتدة من خور أبحر إلى خور السودة

للدراسة ومن دراسة هذا الشكل يلاحظ ما يلى:

١- إن مجموع الإنحدارات الخفيفة من (صفر إلى ٩ درجة) ترتبط بالأجزاء الدنيا من قطاعات السفوح، وتشكل ٢٠,٧٦٪ من إجمالى المسافات الأرضية للقطاعات موضوع الدراسة. وتشكل الإنحدارات المتوسطة من (١٠ إلى ٢٤ درجة)، والتى ترتبط بالأجزاء الوسطى وبعض الأجزاء الدنيا من القطاعات ٣٤,٦١٪، وتشغل الإنحدارات الشديدة من (٢٥ إلى ٣٩ درجة) ٢٤,٦٢٪. وترتبط بالأجزاء العليا من السفوح وتقع أسفل الجروف مباشرة، بينما تشغل مجموعة الجروف (٤٠ درجة فأكثر) ٢٠٪ من جملة الأطوال وهى ترتبط بالأجزاء العليا من القطاعات

٢- من الشكل رقم (٥٠) يتضح أن الزوايا المميزة فى الإنحدارات الخفيفة هى (٥ درجة)، وتمثل ١٣,١٪من جملة الأطوال، وفى الإنحدارات المتوسطة (٢٠ درجة وتمثل ٨,٥٪، وفى الإنحدارات الشديدة (٣٠درجة) وتمثل ١٠٪، وفى مجموعة الجروف (٥٠ درجة) وتمثل ٩,٢٪ من إجمالى طول المسافات الأرضية.

٣- تعد الزاوية (٥ درجة) هى أكثر زوايا الإنحدار تكراراً على سفوح التلال، وبذلك فهى الزاوية المميزة لعينة السفوح المختارة للدراسة.

٤- تعتبر الزاوية الحدية الدنيا لمجموعة الإنحدارات الخفيفة هى (صفر درجة) والحدية العليا (١٠ درجة)، بينما تعتبر الزواية الحدية الدنيا لمجموعة الإنحدارات المتوسطة هى (٤٣ درجة) والحدية العليا هى (٤٠ درجة)، وفى مجموعة الجروف كانت الزاوية الحدية الدنيا (٥٥ درجة) والحدية العليا (٤٥ درجة).

تحليل أشكال السفوح:

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على سمات أشكال السفوح فى المنطقة موضوع الدراسة. ويتم ذلك من خلال دراسة قيم التقوس Curvature على سفوح العينات المختارة. ومن دراسة الشكل رقم (٥١) يلاحظ مايلى:

شكل (٥١)

قيم تقوس سفوح التلال موضوع الدراسة

١ - وجود ثلاث مجموعات من التقوس هي:

أ- المجموعة الأولى تشير إلى الأجزاء المستقيمة التي لا يتغير فيها الإنحدار وتشغل ٦,٢٥ ٪ من جملة الأطوال، وتظهر الأقسام المستقيمة أما في الأجزاء الوسطى أو في الأقسام الدنيا من القطاعات.

ب- المجموعة الثانية وهي المجموعة الموجبة، وتضم العناصر المحدبة، وتتراوح بين (٣,٥٥درجة) و تمثل ٧٤,٦١٪ من جملة الأطوال، وهي تظهر في الأجزاء العليا من القطاعات والتي تتكون من الصخور الصلبة من الكوارتزيت والشست والبازلت، ونتيجة لتعرضها لعمليات النحت والتجوية خلال فترات زمنية طويلة تراجعت وتآكلت الأجزاء العليا مما أدى إلى تحدب شكلها.

جـ- المجموعة الثالثة وهي المجموعة السالبة وتضم العناصر المقعرة وتتراوح بين (١٠ و٣٠ درجة) وهي تمثل ١٩,٤ ٪ من جملة الأطوال، وغالباً ما تظهر على الأجزاء الدنيا والوسطى ويرتبط وجود هذا العنصر بالصخور اللينة، ويرجع ظهوره إلى عمليات التجوية وتتميز العناصر المقعرة بظهور طبقة من المفتتات التي تعلوها.

٢- تنقسم مجموعة العناصر المحدبة على أربعة مجموعات فرعية: حيث تمثل التقوسات الخفيفة من (صفر إلى ٩ درجة) ١٧,٥٨ ٪ من جملة الأطوال والتقوسات المتوسطة من (١٠ إلى ٢٤ درجة) ١٩,٩٢ ٪، والتقوسات الشديدة من (٢٥ إلى ٣٩ درجة) ١٦,٨ ٪ والتقوسات الشديدة جداً (٤٠ درجة فأكثر) ٢٠,٣١ ٪.

٣- تنقسم مجموعة العناصر المقعرة في سفوح الجبال إلى مجموعتين: الأولي التقوسات المتوسطة من (١٠إلى ٢٤ درجة) وتمثل ١٢,٥ ٪ من جملة الأطوال، والثانية تمثل التقوسات الشديدة (٢٥ إلى ٣٩ درجة) وتمثل ٦,٦٤٪ من جملة الأطوال.

٤- تتميز الأقسام الدنيا من القطاعات بقلة درجات الإنحدار مع إتجاه أسفل

السفح، وينتهى سطح البيدمنت فى جزئه الأعلى بقسم يتميز بالإرتفاع وزاوية حادة، تمثل زاوية الإتصال بين الجزئين، ويرجع ذلك فى رأى مابوت إلى ظروف الجفاف (Mabutt, 1977, p.85).

٥- من تطبيق معادلة دورنكامب وكنج (Doornkamp & King, 1971, p.138) لتحديد الشكل العام للسفح من خلال قسمة جملة أطوال العناصر المحدبة على جملة أطوال العناصر المقعرة، إتضح أن الشكل العام للسفح محدباً، حيث كان ناتج القسمة ٣,٩٠.

ثانياً: الظاهرات الچيومورفولوجية الناتجة عن النحت:

يمكن تقسيم الظاهرات الچيومورفولوچية الناتجة عن النحت فى منطقة الدراسة إلى ظاهرات نتجت عن النحت البحرى وظاهرات أخرى نتجت عن النحت النهرى وفيما يلى دراسة تفصيلية عن كل منهما:

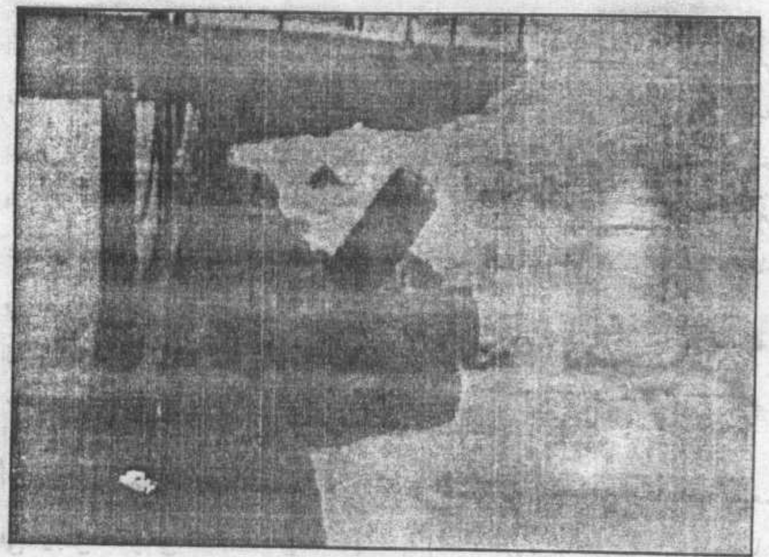
(١) الظاهرات الچيومورفولوچية الناتجة عن النحت البحري:

تزيد معدلات النحت البحرى بمناطق محددة من الساحل بمنطقة الدراسة تتمثل فى القسم الشمالى من الساحل الممتد من خور أبحر، وحتى منطقة جزيرة غراب. وتزيد معدلات النحت بصورة واضحة أمام منتزه النخيل. صورة رقم (١٧)، وكذلك أمام ميدان طائر النورس. وقد وضعت الكثير من الكتل الصخرية الصلبة للتقليل من معدلات النحر بالساحل صورة رقم (١٨).

وتزيد معدلات النحت فى هذه المناطق من الساحل، نتيجة لإتجاه الأمواج، وسرعتها وشكل الساحل. وقد نتج عن النحت البحرى تكوين عدد من الظاهرات الچيومورفولوچية فيما يلى دراسة تفصيلية عنها:

أ- الخلجان :

تتمثل هذه الظاهرة فى تغلغل البحر فى اليابس على شكل أجسام مائية ضحلة بأشكال وإمتدادات مختلفة. وتتصل بالبحر المفتوح عن طريق فتحات صغيرة. وتعرف



صورة رقم (١٧)

ارتفاع معدلات النحت البحرى فى القسم الشمالى من الساحل الممتد من خور أبحر أمام منتزه النخيل



صورة رقم (١٨)

وضع الصخور الصلبة لتخفيف معدلات النحت بالساحل الشمالى لمدينة جدة

الخلجان محلياً فى منطقة الدراسة بإسم المراسى، وتتميز بإستدارتها نسبياً وعرض مساحتها إذا ما قورنت بالأخوار، كما أنها أقصر منها، وتتميز القنوات التى تربطها بالبحر بأنها أكثر إتساعاً. ويمثلها فى منطقة الدراسة بحيرة الأربعين، أو ما يعرف بخليج «منقابة»، والذى يمتد لمسافة ٩ كم داخل اليابس فى مدينة جدة شكل (٤٨). ويغلب على قاع الخلجان إنتشار الرواسب الطينية، ويرجع ذلك إلى أن الأمواج عند إندفاعها فى هذه الفجوات تفقد قوتها بالتدريج، لإحتكاكها بجوانب الخليج فيتوقف دورها عن النحت وتتحول إلى الإرساب صورة (١٩).

ب- الأخوار:

هى عبارة عن شقوق أو فجوات فى الساحل تتميز بالضيق، وهى أكثر طولاً وتعمقاً فى اليابس أكثر من الخلجان، وإنحناءاتها تشبه إنحناء جريان الماء فى مساره ويمثلها فى منطقة الدراسة خور أبحر، وخور الشعيبة المسدودة وخور السودة شكل (٤٨).

ويرجع تكوين هذه الأخوار إلى عوامل التعرية القارية. فمن تحليل الخريطة الجيومورفولوجية، يتضح أن معظم الأخوار بالمنطقة تكونت عند مصبات الأودية مثل خور أبحر الذى يبدأ عند مصب وادى الكراع. ولهذا يرجع أن نشأة هذه الأخوار بدأت بنشاط عوامل التعرية المائية، أثناء الفترة المطيرة السابقة. وعندما حلت فترة الجفاف الحالى أكملت عوامل التعرية البحرية مثل التيارات والأمواج، توسيع هذه الفجوات حتى إتخذت شكلها الحالى. ومن أهم الأخوار بمنطقة الدراسة:

خور أبحر:

يقع خور أبحر شمال منطقة الدراسة، ويمتد بمحور شمالى شرقى جنوب غربى، يبلغ طوله ١٠ كم، ويتراوح عرضه بين ٥٠ متر و١,٧٥ كم ومتوسط عرضه ١,٢٥ كم. وتنتشر بعض الشعاب المرجانية داخل هذا الخور. ويبدأ خور أبحر من مصب وادى الكراع. مما يؤيد التفسير السابق لنشأة الأخوار.

ويتميز خور أبحر بإنتشار الشواطئ الرملية على جانبين، مما ساعد على قيام منطقة سياحية حول سواحل هذا الخور. وقد ساعد على ذلك أن مياه هذا الخور هادئة ويرجع

ذلك لشكله الطولى وتوغله داخل اليابس.

خور رقم (٢):

يقع شرق جزيرة غراب. ويتخذ شكلاً طولياً أيضاً يشبه خور أبحر. ويبلغ طوله ٣,٧٥كم، ويتراوح عرضه بين ٥٠متر، ١,٢٥كم، ومتوسط عرضه ٨٧٥متراً. ويتميز هذا الخور بضحولة المياه فيه، مما أدى إلى إنتشار السبخات حول مياه هذا الخور. صورة رقم (٤). ويتوقف منسوب المياه فى السبخات على حركة المياه داخل هذا الخور.

خور رقم (٣):

يقع جنوب خور رقم (٢) شكل (٣)، ويبلغ طوله ١,٧٥كم، ويتراوح عرضه بين ٢٥متر و٥٠متراً، ومتوسط عرضه ٣٧,٥متراً، ويتميز بضحولة المياه فيه.

خور مصطبة:

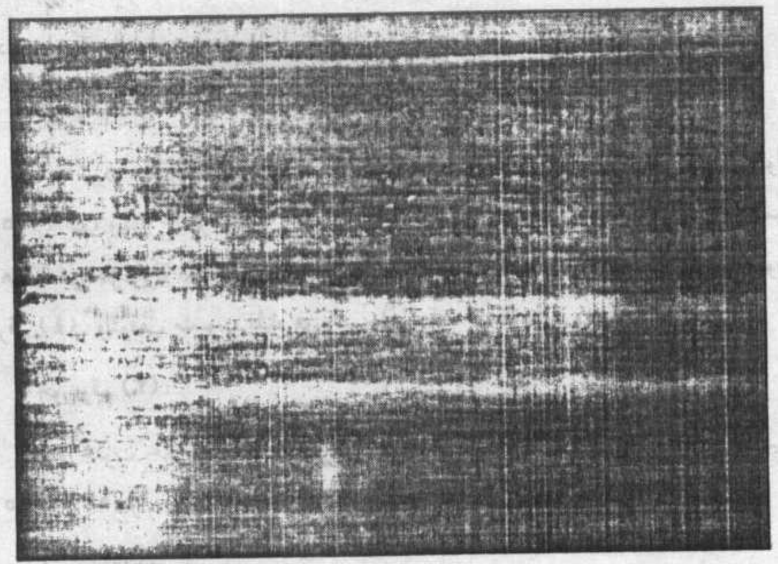
ويتخذ أيضاً الشكل الطولى حيث يبلغ طوله ٥,٥كم، ويتراوح عرضه بين ١كم و٢,٢٥كم، ومتوسط عرضه ١,٦٢٥كم، ويمتد إلى الشرق من هذا الخور السبخات ويحيط به الشواطئ الرملية.

خور الشعيبة المسدودة:

يبلغ طوله ١٢,٥٠كم، ويتراوح عرضه بين ٢٥ متر عند مدخله و٥كم. ويتصل بالبحر الأحمر عن طريق ممر مائى ضيق جداً، لا يزيد عرضه عن ٢٥متر. ويتوغل هذا الخور داخل اليابس، ويفصله عن البحر الأحمر شواطئ رملية ينتشر بها تكوينات الحجر الجيرى المرجانى.

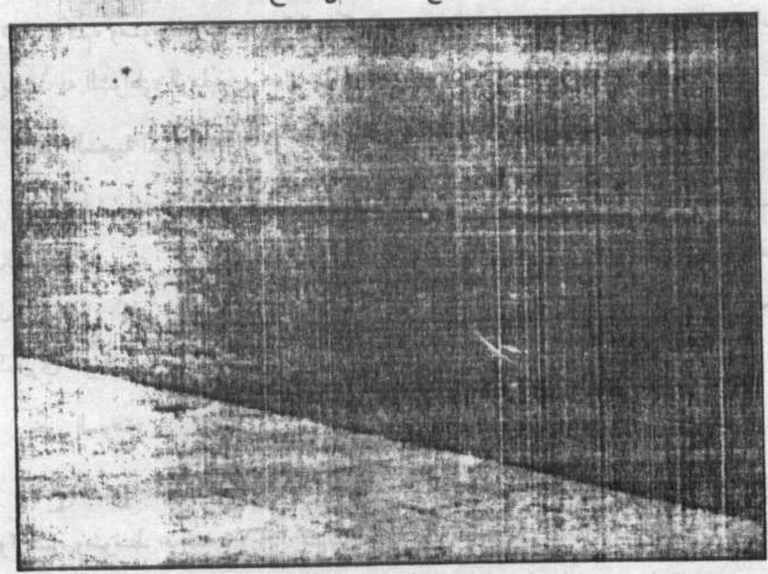
خور السودة:

يقع أقصى جنوب منطقة الدراسة، يبلغ طوله ١٠كم ويتراوح عرضه بين ٧٥متراً و٢كم، ومتوسط عرضه ١,٣٧٥كم. ويحيط بهذا الخور السبخات الساحلية التى ترجع نشأتها إلى إنخفاض منسوب السطح فى هذه المنطقة وضحولة المياه فى هذا الخور.



صورة رقم (١٩)

تكسر الأمواج عند مدخل خليج منقابة



صورة رقم (٢٠)

نشأة السبخات نتيجة لإنخفاض منسوب المياه فى خور رقم ٢

(جـ) المدرجات البحرية Marine Terraces :

تكونت هذه المدرجات نتيجة لنحت الأمواج، وهى تنتشر عند خط الساحل مما يشير إلى أنها حديثة التكوين تكونت خلال عصر الهولوسين، حيث قد تبين من الدراسات السابقة أن عمر هذه المدرجات يعود إلى سنة٢٤,٢٢٠ +٢٢٠ قبل الوقت الحاضر (Pallister, 1986, p.21).

وتظهر هذه المدرجات البحرية على شكل مدرج ضيق، يتراوح إرتفاعه بين ٣ أمتار و٤ أمتار غرب جدة بالقرب من خط الساحل الأصلى، كما توجد فى جنوب منطقة الدراسة على منسوب ٣ متراً فوق منسوب سطح البحر فى منطقة الشعيبة المسدودة. شكل (٤٨).

وتتكون المدرجات البحرية من طبقات من الحصى والرمال الخشنة ضعيفة الإلتحام بمادة الكلس، وبعضها يتكون من الحجر الجيرى المرجانى، وتظهر هذه المدرجات بوضوح فى المناطق السابق الإشارة إليها. وتختفى فى مناطق أخرى من الساحل حيث تغطى بالرمال، وفى مناطق أخرى تتداخل مع السبخات كما هو الحال فى منطقة خور السودة والشعيبة المسدودة.

ويمكن التمييز بين نوعين من المدرجات البحرية وفقاً لعوامل تشكيلها:

- مدرجات بحرية تم إعادة تشكيلها بعد تكوينها بمواد فيضية مثل المدرجات البحرية فى منطقة جدة.
- مدرجات بحرية تم تشكيلها بعوامل بحرية فقط، مثل المدرج البحرى فى منطقة الشعيبة المسدودة.

(٢) الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن النحت النهري:

(أ) الأودية :

يقطع سطح المنطقة عدد من الأودية التى تنبع من مجموعة التلال الممتدة شرق منطقة الدراسة، وتنحدر صوب الغرب، وتنتهى بمراوح فيضية عند أقدام التلال السابق

الإشارة إليها. (شكل ٤٨).

ومن مقارنة أحواض تصريف هذه الأودية يلاحظ مايلي:

١ - إن مساحات الأحواض تتباين فيما بينها فمنها الأودية التي تتميز بمساحات أحواض كبيرة نسبياً مثل وادى بنى مالك، ومنها الأودية ذات مساحات أقل مثل وادى الكراع.

٢- تختلف أطوال الأحواض في المنطقة حيث يمثل وادى بنى مالك أطول الأحواض.

٣- من دراسة أبعاد الأحواض يلاحظ أن عوامل البنية تحكمت بشكل واضح في تحديدها.

٤- تتخذ جميع أحواض الأودية في منطقة الدراسة الشكل المستطيل.

من مقارنة شبكات التصريف بالمنطقة يلاحظ ما يلي:

١ - تتراوح أطوال المجارى النهرية بين ٨,٧٥كم و١٥,٢١كم.

٢- أن كثافة التصريف المائي لجميع الأودية كثافة منخفضة.

٣- من دراسة درجة التقطع يلاحظ أن الأودية ذات نسيج متوسط.

٤- يلاحظ أن أودية المنطقة تمر بمرحلة الشباب. ويسود نمط التصريف الشجرى Dendritic Drainage.

٥- من دراسة أنماط الأودية بالمنطقة يلاحظ أن أودية المنطقة ذات النمط المتعرج Sinous Pattern والذى يتميز بزيادة الطول الفعلى للمجرى عن الطول المستقيم. ولكن هذه الزيادة والتى تعرف بمقايس التعرج Sinousity Index تقل عن ١,٥ مرة، وذلك وفقاً لتعريف ليوبولد (Leopolt et al., 1964, p.296) حيث تراوح مقياس التعرج بين ١,٠٩ و١,١٤ .

(ب) المدرجات النهرية:

وهى توجد على جانبى بعض الأودية بمناسيب تتراوح بين ثلاثة أمتار وأربعة أمتار.

وتتكون من حصى خشن مختلط بالرمال. وتغطى الطبقة السطحية بالحصباء والجلاميد، وهذا يدل على أن الطريقة التى تم بها الإرساب فى هذه المدرجات، أنها قد بدأت بإرساب الزلط والحصباء أولاً كعنصر أساسى، تبعه بعد ذلك إرساب الرمال التى تخللت الحصى والحصباء لتملأ الفراغات بين هذه الحبيبات.

ومن دراسة حجم الرواسب فى المدرجات النهرية تبين أن حجم الحصى والحصباء يقل عن ١٠ سم، بينما تراوح حجم الرواسب الرملية بين الرمال الخشنة إلى الناعمة. ومن مقارنة رواسب المدرجات النهرية مع رواسب السهول الفيضية الحالية، يتبين عدم وجود تشابه بينهما من حيث حجم الرواسب، حيث تتكون رواسب السهول الفيضية الحالية من نسبة عالية من الرمال الخشنة والمتوسطة والناعمة والطمى والصلصال، وتقل فيها نسبة الحصى والحصباء. وهذا يدل على أن الظروف التى أدت إلى تكوين ونشأة هذه المدرجات، تختلف عن الظروف الحالية التى تكونت فيها رواسب الأودية الحالية، وذلك من ناحية حجم الجريان، والظروف المناخية. فقد أشارت الدراسات السابقة إلى أن هذه المدرجات تكونت نتيجة لحدوث فترة مطيرة تزايد فيها الجريان السطحى، حيث شهدت المنطقة حدوث عصرين مطيرين، فصل بينهما فترة من الجفاف. (Moore & Rehaili, 1989, p.46) مما ساعد على نشأة هذه المدرجات.

ثالثاً: الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن الإرساب البحري:

تنتشر الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن الإرساب البحرى فى المناطق التى تتحول فيها الأمواج من عملية النحت إلى الإرساب، فى المناطق الساحلية المتسعة والمنخفضة المنسوب نسبياً، حيث ترك البحر عند تراجعه مساحات واسعة مغطاه بالمياه الملحية، تظهر فى البداية على شكل بحيرات واسعة، ممتدة ضحلة قليلة العمق فلا يزيد عمقها عن ثلاثة أمتار. وينتشر معظمها فى القسم الجنوبى من منطقة الدراسة، وفى بعض أجزائها تظهر الرواسب على السطح. ومن هذه الظاهرات:

(أ) البحيرات الساحلية:

هى مساحات مائية ضحلة تتكون على طول الساحل، وتتداخل فى اليابس بأشكال

متعددة. وهى ذات طابع مؤقت. وتكونت بفعل العوامل البحرية ويختلف منسوب المياه فيها من فترة إلى أخرى، حيث يرتفع منسوب الماء فى أوقات المد العالى High Tides. وعند حدوث العواصف البحرية Sea storms والأمواج العالية High Waves، تزداد مساحة هذه البحيرات الساحلية وتغطى مساحة واسعة من اليابس المجاور المنخفض المنسوب بمياه المد العالى. وعند حدوث الجزر يتراجع مياه البحر من جديد عن اليابس المجاور، وتخلف مناطق سهلية ساحلية مغطاه بالرواسب والحشائش الملحية حول تلك البحيرات، وهو ما يطلق عليه تعبير المستنقعات الساحلية الملحية Salt Marshes أو أسطح المد والجزر الإرسابية Tidal Flates (أبو العينين، ١٩٨٩، ص٢٠).

ومن أفضل الأمثلة على ذلك بحيرة الشعيبة، حيث يتم التبادل بين مياه البحيرة والبحر وفقاً لظروف الرياح المحلية وقوة وإتجاه الرياح، التى تنشأ بفعل التغيرات اليومية المحلية التى تؤدى إلى زيادة قوة التبخر وزيادة جفاف البحيرة.

ومما ينبغى الإشارة إليه أن بعض هذه البحيرات يمثل بيئة خصبة لنمو الطحالب والكائنات العضوية، حيث تنمو على هوامشها نباتات ملحية مثل المانجروف والشورى، فتصبح بذلك مستنقعات رسوبية بعضها يتحول لسبخات ملحية بعد جفافه (سليم، ١٩٨٦، ص٢٣٧) صورة (٢١).

(ب) الشواطئ:

تزيد معدلات الإرساب فى بعض أجزاء الساحل، وذلك وفقاً لشكل الساحل نفسه، مما يؤدى إلى تكوين الشواطئ الرملية فى منطقة الدراسة شكل (٣). وترجع نشأة الشواطئ الرملية فى منطقة الدراسة إلى ترسيب الرمال حول الشعاب المرجانية، نتيجة لتغير إتجاه حركة المياه مما ينتج عنه بطء سرعة حركة الأمواج وزيادة معدلات الإرساب، ولهذا تنتشر الشواطئ الرملية فى المناطق الساحلية التى تنتشر أمامها الشعاب المرجانية.

ومن دراسة شكل الشواطئ الرملية فى منطقة الدراسة يلاحظ أنها لا تتخذ نمطاً واضحاً، ويرجع ذلك إلى إنتشار الشعب المرجانية، فيلاحظ أن بعض الشواطئ الرملية يتخذ شكلاً هلالياً فى مناطق الخلجان، نتيجة لتكسر الأمواج عند مدخل الخلجان

وجنوحها إلى الإرساب. وذلك يظهر بوضوح فى الجزء الشمالى من منطقة الدراسة، وبعض الشواطئ الرملية يتخذ شكلاً خطياً Lenear Beaches موازياً لخط الساحل، كما هو الحال فى جنوب منطقة الدراسة إلى الجنوب من الرأس السوداء، وتتكون هذه الشواطئ بفعل حركة الأمواج.

ومن دراسة سمك الرواسب فى هذه الشواطئ الرملية يلاحظ أنه يتراوح بين مترين وأربعة أمتار.

(جـ) قنوات المد والجزر:

وتوجد جنوب منطقة الدراسة شكل (٤٨)، ويرجع تكوينها إلى عاملين أساسيين هما:

١ - توافر رواسب رملية مفككة فى المناطق التى تتأثر بتيارات المد والجزر.

٢ - إنتشار التداخلات الساحلية الضيقة وتأثيرها بتيارات المد والجزر القوية ذات النظام شبه اليومى. (إمبابى، ١٩٨٤، ص٢٠).

(د) الجزر:

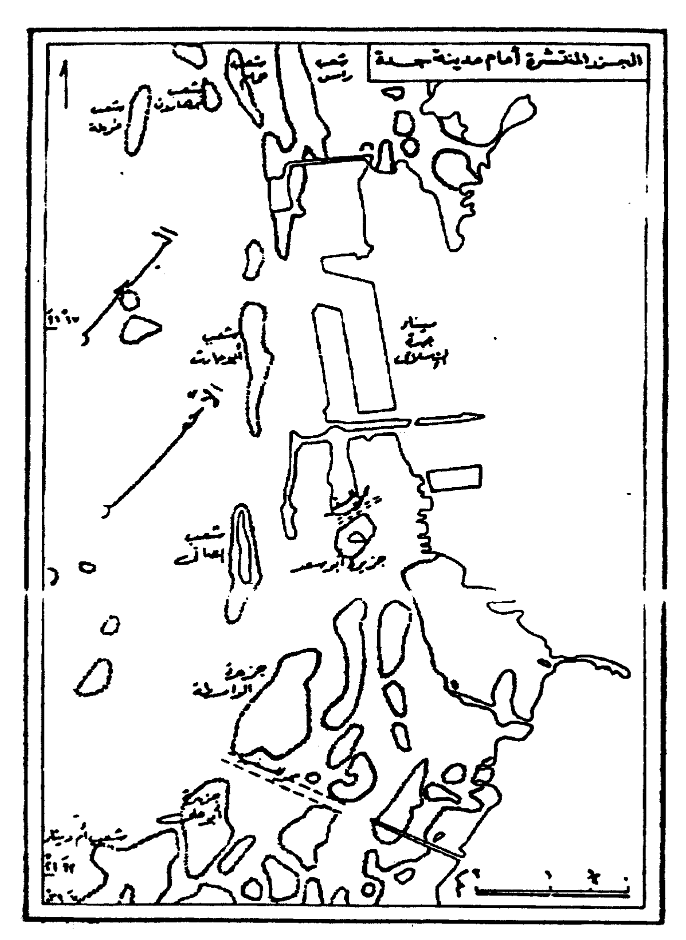
تنتشر أمام ساحل منطقة الدراسة عدد كبير من الجزر المرجانية الأصل. وتوجد بالقرب من الساحل حيث تمتد الشعب المرجانية المحيطة بالساحل شكل (٤٨) ولكنها تنقطع فى بعض المواقع حيث مصبات الأودية.

وتمتد سلسلة الشعاب موازية لساحل جدة على بعد يتراوح بين ٢٤,٥كم من الساحل. وتتصل أحياناً بالشاطئ عن طريق شواطئ ضيقة، يتراوح عمقها بين ١٠ و٤٠ قامة، حيث يوجد عليها بعض الشعاب الخطرة. (الرويثى، ١٩٨٣، ص٦٥).

وتعرف الجزر المنتشرة أمام ساحل مدينة جدة بإسم شعب ومن أهم هذه الجزر:

شعب أبو سعد

يقع جنوب ميناء جدة الإسلامى شمال شعب أبو جندوب وشعب بيهار شكل (٥٢). ويوجد فى وسط الجزيرة تل مرتفع يعرف بإسم جبل أبو سعد، يبلغ طول الجزيرة



شكل (٥٢)

الجزر المنتشرة أمام مدينة جدة

٧٥٠متراً، وعرضها ٦٥٠متراً، وتبلغ مساحتها ٢,٥كم٢.

شعب الواسطة :

يقع إلى الجنوب من جزيرة أبو سعد بميل يقل نحو الجنوب الغربى، وفى شرقها شعب بيهار، وفى جنوبها جزيرة علي، وتبعد عنها بمسافة قليلة قدرها ١٥٠٠متراً، وفى جنوبها الغربى تل الواسطة. ويبلغ طول الجزيرة ٢كم، ومتوسط عرضها ٧٥٠متراً، ومساحتها أكبر من مساحة جزيرة أبو سعد حيث تقدر بنحو ١,٥كم٢.

شعب أبو علي:

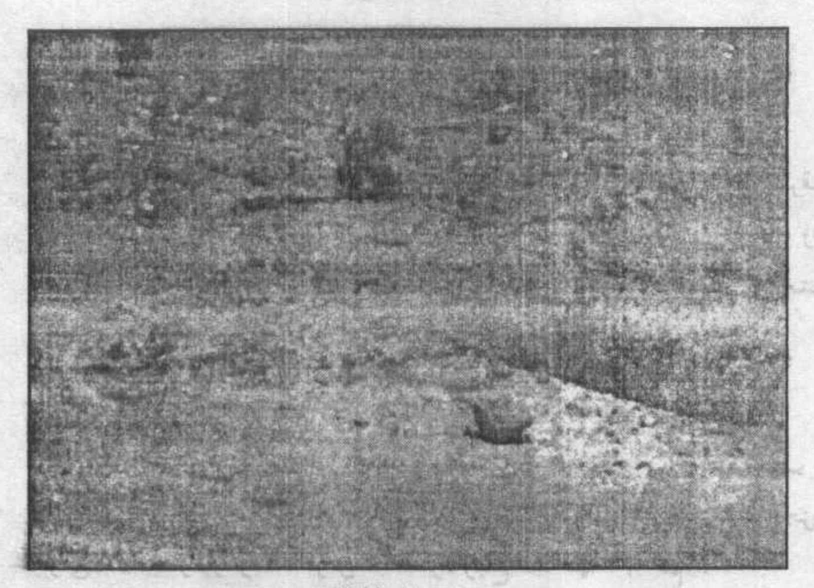
توجد جنوب جزيرة الواسطة، وفى جنوبه الغربى شعب أم دينار، ويبعد شعب أبو علي عن شعب الواسطة مسافة قليلة لا تزيد عن ٥٠٠متراً. ويبلغ طول هذه الجزيرة حوالى ١٦٢٥متراً، ومتوسط العرض ٦٢٥متراً، وتبلغ مساحتها ٠,٩كم٢.

(هـ) السبخات :

وهى من أكثر الظاهرات الجيومورفولوچية إنتشاراً فى منطقة الدراسة، حيث تكون مناطق مستوية ملحية طميية ذات مناسيب منخفضة. وتتخذ الشكل الطولى، وتتركز السبخات بوضوح فى القسم الشمالى والجنوبى من منطقة الدراسة. وتتفاوت أبعادها حيث تتراوح أطوالها بين ٢,٢٥كم و٢٣,٧٥كم، ويتراوح متوسط عرضها بين ٧٥متر و٤,١٢٥كم. ويمكن تقسيم السبخات فى منطقة الدراسة إلى:

(ا) سبخات داخلية:

وهى تنتشر فى الأجزاء الداخلية من منطقة الدراسة وخاصة فى الأودية مثل وادى فاطمة. وتتكون هذه السبخات من الطمى والصلصال الذى ترسب من مياه المستنقعات الناتجة عن إرتفاع منسوب الماء الجوفى فى بطون الأودية. ونتيجة لجفاف مياه هذه المستنقعات تظهر طبقة بيضاء على السطح مكونة من الأملاح. صورة (٤٢)، ويمثلها بمنطقة الدراسة السبخات رقم (ب)، (جـ) شكل (٤٨).



صورة رقم (٢١)

نمو نباتات ملحية فى سبخة ساحلية شرق بحيرة الشعيبة



صورة رقم (٢٢)

ظهور طبقة من الأملاح على سطح سبخة داخلية فى مصب وادى فاطمة

(٢) سبخات ساحلية:

وتمتد على طول خط الساحل على مسافات متباينة. وهى ترتبط فى نشأتها وتطورها إرتباطاً وثيقاً بالظروف الساحلية. فبعض هذه السبخات تكونت فى أحواض ضحلة تغطيها مياه المد العالى، ومع تبخر مياه البحر تتكون السبخات ويمثلها السبخة رقم (و) شكل (٤٨) وبعضها يتصل بالبحر عن طريق النشع السطحى أو أثناء حدوث موجات المد العالى ويمثلها بمنطقة الدراسة السبخة المجاورة لخور الشعيبة المسدودة، والسبخة المجاورة لخور الشعيبة المفتوحة. شكل (٤٨). وترجع نشأة السبخات الساحلية إلى مجموعة من العوامل، يأتى فى مقدمتها شكل وخصائص السطح بالمنطقة حيث تتميز المنطقة الساحلية بإنخفاض منسوب السطح وإستوائه إلى حد كبير، حيث تتراوح درجة إنحدار السطح ما بين درجة واحدة وثلاث درجات فقط. ونتيجة لعدم وجود جروف ساحلية، ترتفع مياه المد فتطغى على مساحات كبيرة من الأراضى الساحلية، مما يساعد على نشأة السبخات وخاصة فى القسم الجنوبى من منطقة الدراسة.

كذلك تلعب خصائص المناخ الحالى دوراً هاماً فى تكوين السبخات. فإرتفاع درجات الحرارة كما سبق أن أشرنا مع إرتفاع معدلات البخر تساهم بدور فعال فى تكوين السبخات. بالإضافة إلى دور الرياح وتأثيرها على مياه البحر حيث تساهم الرياح الغربية فى زيادة سرعة الجزر والحد من نشاط المد. كما تعمل الرياح الشمالية والشمالية الغربية والشرقية، على تسوية السطح من خلال ترسيب ما تحمله من رمال من الأراضى المجاورة.

بالإضافة إلى ذلك تساهم العلاقة بين اليابس والماء فى تكوين السبخات بالمنطقة الساحلية، حيث تمتد السبخات مرتبطة بخط الساحل، وتمثل هذه العلاقة فى حدوث حركة مستمرة بين مياه البحر والسبخات، وتتمثل هذه الحركة فى طغيان مياه البحر على السبخات ويحدث ذلك فى أثناء فترات المد العالى أو على هيئة أمواج أو تيارات مدية. ونتيجة لذلك تتحول السبخات إلى بحيرات صغيرة ضحلة مؤقتة، صورة (٢٠)، بينما تحدث حركة عكسية حيث تتحرك المياه من السبخات إلى البحر مرة أخرى فى

أثناء فترات الجزر، أو عند هدوء الأمواج. وكذلك فى فصل الصيف حيث تزيد معدلات التبخر بصورة واضحة، مما يؤدى إلى إنخفاض منسوب الماء بالسبخات وتكون طبقة من الأملاح على سطح السبخات.

(٢) الظاهرات الجيومورفولوچية الناتجة عن الإرساب النهري:

ويمثلها بالمنطقة إرسابات الأودية والمراوح الفيضية. فقد أوضحت دراسة باليستر ١٩٨٦ (Pallister, 1986, p.21) عن إرسابات الأودية، أنها مكونة من رمال وحصى غير متماسك، وطمى وصلصال، ويختلف سمك إرسابات الأودية إختلافاً واضحاً من منطقة إلى أخرى. وقد قدر باليستر سمك هذه الإرسابات بنحو ٢متر. وتتراوح درجة تصنيف هذه الإرسابات بين درجة متوسط وضعيف.

وتشير دراسة مور وراحيلى (Moore & Rehili, 1989, pp. 46-47) عن رواسب المراوح الفيضية بأنها تتكون من حصى سئ التصنيف خشن مختلط بالرمال. وتحتوى الطبقات على حصباء وجلاميد. ويتناقص حجم الحصى وتسود الرمال، كلما إتجهنا من رأس المروحة نحو أطرافها. وفى بعض المناطق تميل المراوح لتكوين مواد ترابية، خاصة عند أقدام الحافات المكونة من مجموعة فاطمة، حيث تختفى المراوح تحت إرسابات الهشيم عند أقدام التلال، ويغطى كل من الهشيم والمراوح الفيضية ورنيش الصحراء الذى يكسبها اللون الأسود.

ومن دراسة مورفولوچية المراوح الفيضية بالمنطقة موضوع الدراسة، تبين أن هذه المراوح تتخذ الشكل المخروطى. وينقسم قطاع المروحة إلى سفوح منحدرة بالقرب من قمة المروحة. وتتناقص الإنحدارات نحو أطراف المروحة. كما يتميز القطاع الطولى بالمراوح الفيضية بإتخاذه شكل مقعر إلى أعلى. ويرجع ذلك إلى إنخفاض السطح الذى أرسبت عليه هذه المراوح الفيضية. كذلك يقطع سطح المراوح الفيضية عدد من المجارى المائية، كما تظهر النباتات الطبيعية فى مجارى هذه المسيلات. كذلك تبين من دراسة العلاقة بين مساحة المراوح الفيضية، ومساحة حوض التصريف المرتبطة به، ومن خلال دراسة عينة تتمثل فى ثلاثة أودية هى وادى عسارى، وادى بنى مالك، ووادى مصعب،

تبين أن مساحة المروحة الفيضية تمثل ما يقرب من ثلث مساحة حوض التصريف حيث كانت نسبة مساحة المروحة إلى حوض التصريف فى الأودية السابق الإشارة إليها على التوالى هى ٣١,٢٥٪ و٣٤,٦٥٪ و٣٤,٦٧٪، وهذا يتفق مع دراسة دينى (Denny, 1965, p.38) عن المراوح الفيضية فى Death Valley .

(٣) الظاهرات الچيومورفولوچية الناتجة عن الإرساب بفعل الرياح:

ويمثلها بالمنطقة الكثبان الرملية المنخفضة، التى لا يزيد إرتفاعها عن مترين، وتوجد بعض الكثبان الهلالية التى لا يزيد إرتفاعها عن ٥متراً عند النهاية الشرقية لجبل الحمراء. وهى تشغل مساحة صغيرة جداً (Moore & Rehaili, 1989, p.47).

كذلك تنتشر الفرشات الرملية فى المناطق الداخلية، وفى الجانب المظاهر للحافات الداخلية من السهل الساحلى. كما تتمتد فرشات الرمال لتشغل مساحة كبيرة من القسم الجنوبى من منطقة الدراسة. إلى الجنوب من مصب وادى فاطمة. وهى تتكون من رمال يتراوح حجمها بين المتوسط والناعم. ويغطى السطح بالرمال الخشنة فقط، حيث تقوم الرياح بحمل الرمال الناعمة من الطبقة السطحية. ويغطى سطح فرشات الرمال بالتموجات الرملية.

الخاتمة

أوضح تحليل الخريطة الجيومورفولوجية للمنطقة الممتدة من خور أبحر وحتى خور السودة أن هذه المنطقة تنتشر بها العديد من الظاهرات الچيومورفولوچية، بعضها ظاهرات نشأت عن التعرية البحرية والبعض الآخر عن التعرية النهرية، أو الرياح. ومن أهم النتائج:

١ - أوضحت الدراسة أن للتكوين الچيولوچى دوراً فى شكل ونوع وتطور الظاهرات الچيومورفولوچية. فعلى سبيل المثال تمثل تكوينات الحرات والبازلت والشست والكوارتز التلال الممتدة على طول الجانب الشرقى لمنطقة الدراسة، بينما تتكون المدرجات البحرية من تكوينات الحجر الجيرى المرجان.

٢ - يتبين من الدراسة أن درجة إنحدار السطح، لعبت دوراً هاماً فى تكوين وتشكيل خصائص الظاهرات الچيومورفولوچية بالمنطقة، حيث تكونت بعض السبخات الساحلية نتيجة لإنخفاض منسوب السطح وشبه إستوائه، مما ساعد على طغيان مياه الأمواج وتيارات المد عليها، وتكوين السبخات.

كما أدى التغير الفجائى فى درجة إنحدار السطح، عند أقدام الكتل الجبلية المنتشرة، شرق منطقة الدراسة إلى تكوين المراوح الفيضية لمجموعة الأودية، التى تنبع من قمم هذه التلال وتصب عند أقدامها.

٣ - لعبت الخصائص المناخية للمنطقة موضوع الدراسة دوراً فى تكوين بعض الظاهرات الچيومورفولوجية بها. فعلى سبيل المثال تمثل دور الخصائص المناخية فى عصر البلايستوسين، فى تكوين شبكة الأودية التى تقطع سطح الجزء الشرقى من منطقة الدراسة. كما أسهمت التغيرات المناخية فى عصر البلايستوسين فى تكوين شبكة الأودية، التى تقطع الجزء الشرقى من منطقة الدراسة. كما أسهمت التغيرات المناخية فى هذا العصر، فى تكوين المدرجات النهرية الممتدة على جانبى بعض هذه الأودية. أما الخصائص المناخية الحالية فقد لعبت دوراً هاماً فى تكوين ظاهرة السبخات، وتكون فرشات الرمال والكثبان الرملية السابق الإشارة إليها.

٤- من دراسة درجات إنحدار سطح التلال فى المنطقة موضوع الدراسة، تبين أنها قد تراوحت بين ٣ درجات و٥٥ درجة، وأن الزاوية المميزة هى ٥ درجة. وتتخذ سفوح التلال شكل السفوح المحدبة المقعرة، وأن الشكل العام للسفوح بالمنطقة هو الشكل المحدب.

٥- تزيد معدلات النحت البحرى فى القسم الشمالى من الساحل، بالمنطقة موضوع الدراسة فى الجزء الممتد من خور أبحر وحتى منطقة جزيرة غراب. وقد وضعت الكتل الصخرية فى المناطق التى يزيد فيها معدلات النحت البحرى. وتنتشر بالمنطقة عدد من الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن نحت الأمواج، التى سبق الإشارة إليها مثل الخلجان والأخوار والمدرجات البحرية.

٦- تسود عمليات الإرساب البحرى فى القسم الجنوبى من منطقة الدراسة نتيجة لإنخفاض السطح بهذه المنطقة وإنخفاض معدلات الإنحدار بها. وقد نتج عنها تكوين عدد من الظاهرات الجيومورفولوجية مثل البحيرات الساحلية والشواطئ الرملية، وقنوات المد والجزر والسبخات.

٧- أسهمت عمليات التعرية المختلفة فى تكوين بعض الظاهرات بالمنطقة، مثل الأخوار البحرية والتى بدأ تكوينها بفعل عوامل التعرية المائية أثناء الفترات المطيرة السابقة، ثم أكمل تكوينها عمليات التعرية البحرية، مثل الأمواج والتيارات البحرية.

٨- أوضحت الدراسة السابقة أن بالمنطقة الكثير من الأراضى القابلة للإستصلاح، وتحويلها إلى أراضى زراعية. ويتمثل ذلك فى مناطق السهول الفيضية للأودية ومناطق المراوح الفيضية، وخاصة بمنطقة مصب وادى فاطمة، كما تمثل هذه المناطق وخاصة مناطق المراوح الفيضية، أراضى صالحة لإقامة مراكز للإستقرار البشرى. كما تمتد على طول خط الساحل إلى الجنوب من مدينة جدة مساحات كبيرة صالحة لإقامة مراكز الإستقرار البشرى، وإقامة القرى السياحية للإستفادة من منطقة الساحل المتعددة المزايا من مناخ جيد خلال فترة الربيع والشتاء، والشواطئ ذات الرمال الناعمة ومياه البحر الأحمر، التى يمكن

الإستفادة منها فى السباحة والرياضات المائية والغوص للتمتع بمشاهدة الشعاب المرجانية.

٩- أوضحت الدراسة أنه لا توجد أخطار طبيعية بالمنطقة تقف عائقاً أمام إقامة مركز للإستقرار البشرى، أو مد الطرق، أو إستصلاح الأراضى للزراعة.

١٠- يمكن الإستفادة من بعض الظاهرات الجيومورفولوجية المنتشرة بالمنطقة، والتى لا يتم إستغلالها حالياً مثل السبخات. وذلك من خلال إستغلال العناصر الكيميائية التى تحتويها رواسب هذه السبخات، مثل أملاح الهاليت، والمغنسيوم وغيرها.

المراجع العربية :

١- أبو العينين، حسن سيد أحمد، (١٩٨٩) :

«السهول الساحلية فيما بين رأس دبا وخور كلبا على الساحل الشرقى لدولة الإمارات العربية المتحدة» ، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ، فبراير.

٢- الرويثى، محمد أحمد (١٩٨٣) :

«الموانى السعودية على البحر الأحمر» : دراسة فى الجغرافيا الإقتصادية، الطبعة الأولى ، مؤسسة الرسالة.

٣- الشنطى، أحمد محمود سليمان(١٩٩٣) :

«جيولوجية الدرع العربى» ، مركز النشر العلمى ، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.

٤- المهندس، أحمد عبد القادر، السنوسى، محمد يحيى (١٩٨٣) :

«مبادئ الجيولوجيا العامة» ، دار عالم الكتب للنشر والتوزيع.

٥- إمبابى، نبيل سيد، وعاشور، محمود محمد (١٩٨٣) :

«الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر» ، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة.

٦- إمبابى، نبيل سيد، (١٩٨٤) :

«التغلغل البحرى فى الساحل القطرى» ، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، أكتوبر.

٧- سليم، محمد صبرى محسوب (١٩٨٦) :

«جيومورفولوجية السواحل» ، دار الثقافة، الطبعة الأولى، القاهرة.

٨- [illegible]

«مناخ مدينة جدة» ، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية المجلد الثانى.

المراجع الأجنبية :

1- Al Jerash, M. A., (1989):

"Date for Climatic Water Balance In Saudi Arabia (1970-1986)". Sci. Pub. Cent. King Abdu El- Eziz Univ. Jeddah.

2- Brown, G.F., (1970):

"Eastern Margine of the Red Sea and the Coastal Structure in Saudi Arabia", Philosophical Transaction of the Royal Society of London, A. 267.

3- Cooke, R.U. & Doornkamp, J.C., (1975):

"Geomorphology in Environmental Managements: An Introduction," Oxford, London.

4- Davis, J.L., (1977):

"Geographical Variations in coastal Development" No.4 In Geomorphology Texts. Edited by K.M. Clayton, Longman, London.

5- Denny, C.S., (1965):

"Alluvial Fans In the death Valley Region, California and Nevada, G.S. Professional Paper, 466, Par.II.

6- Doornkamp, J.C., & King, C.A., (1971):

"Numerical Analysis In Geomorphology," Bulter, Tanner, Ltd. London.

7- Khallaf, H.M., (1980):

"The Reconnaissance Geologic Map of the Jiddah North Quadrangle, Sheet 21/39A. "Kingdom of Saudi Arabia, Compiled by

D.J. Grainger, Saudi Arabia Direct. Gen. of Mine. Res. Open-File Report D.G.M.R. -753,1:100000 Scale.

8- Leopold, L.B., Wolman, M.G., & Miller, J.P., (1964):

"Fluvial Processes In Geomorphology"Freeman, San Francisco.

9- Mabutt, J.A., (1977):

"Desert Landforms," First Edition, The Mit Press, Cambridge.

10- Moore, T. a., & Rehaili, M. H., (1989):

"Geologic Map of the Makah Quadrangle" Kingdom of Saudi Arabia, Ministry of Petroleum and Mineral Resources.

11- Morris, P.G., (1975):

"Construction Materials, Nonmetallic Mineral Occurrences and Engineering Geology of the District Around Jiddah, Kingdom of Asuai Arabia, Saudi Arabia Direct. Gene. of Miner. Res. Tech. Reco. TR-1975.

12- Pallister, J.S., (1986):

"Explanatory Notes to the Geologic Map of the Al Lith Quadrangle" Sheet 20D, King of Saudi Arabia, Min. of Petrol. and Mine. Reso.

13- Skmiba, W.J. & Others, (1977):

"Geology of the Jiddah- Makah Area (21°/39°) Kingdom of Saudi Arabia, Compiled by W.J. Skiba Saudi Arabian Directorate. General of Mineral Resou. Unpub. Bull.

14- Skipwith, P., (1973):

"The Red Sea and Costal Plain of the Kingdom of Saudi Arabia": Saudi Arabian Directorate General of Mine. Resous. Techn. Reco. TR-1973.

البحث السادس

سبخات السهل الساحلي لمدينة جدة

خصائصها الجيومورفولوجية وكيفية الاستفادة منها

Egyption Journal of Applied Science, Vol. 10,
No. 9, 1995



سبخات السهل الساحلي لمدينة جدة

خصائصها الجيومورفولوجية وكيفية الاستفادة منها

المقدمة:

السبخات ظاهرة عالمية، تنتشر فى معظم المناطق الصحراوية فى العالم، كما أنها تمثل أبرز الظاهرات الطبيعية التى تميز كثيراً من جهات السهل الساحلى الشرقى للبحر الأحمر، والمعروف بسهل تهامة.

والسبخة (Sabkah) بحيرة مؤقتة أو مستقنع قلوى غنى بالأملاح، توجد عادة فى الأقاليم الجافة، وتنتهى إليها بعض المجارى الصحراوية (تونى، ١٩٧٧ ، ص٢٦٤)، ومن أفضل التفسيرات العلمية لما تعنيه كلمة سبخة ما ذكره جلينى من أن كلمة سبخة تعنى المسطحات الملحية (Salt Flats)، التى ترتكز فوق تكوينات من الصلصال والغرين والرمال، وغالباً ما تغطى بقشور ملحية (سليم، ١٩٩١ ، ص٢٩٥) ويعظم إنتشار الرواسب الملحية فوق أرضية السبخات البحيرية الملحية بعد تعرض مياه الأخيرة للتبخر، وبذا تترسب طبقات الملح على السطح، وترمز كلمة بلايا (Playa) فى اللغة الإسبانية إلى السواحل المستنقعية، وإذا كانت هذه المستنقعات تحتوى على بعض المياه فتعرف بإسم بحيرات البلايا (Playa Lakes) أو السبخات البحيرية (أبو العينين، ١٩٧٦ ، ص ص: ٦٣٢ ، ٦٣٤).

وقد أوضحت دراسة الخرائط الجغرافية والطبوغرافية والجيولوجية، وكذلك الصور الجوية لمنطقة جدة؛ أن السبخات تشغل مساحة كبيرة من السهل الساحلى لمدينة جدة، وهى ظاهرة من أكثر الظاهرات الجيومورفولوجية وضوحاً فى هذا السهل، فضلاً عن إنتشارها فى كثير من المناطق الداخلية من المملكة العربية السعودية. لذا فظاهرة السبخات جديرة بالدراسة، لمحاولة تحديد الخصائص الجيومورفولوجية العامة لها، وإقتراح كيفية الإستفادة منها.

وتهدف دراسة «سبخات السهل الساحلى لمدينة جدة- خصائصها الجيومورفولوجية وكيفية الإستفادة منها» إلى :-

١- تحديد المظهر الجيومورفولوجى العام للسبخات فى منطقة الدراسة، ثم دراسة أشكال السطح الدقيقة المنتشرة عليها، إذ أن السبخات ذات مظهر جيومورفولوجى متميز، كما تنتشر فوق سطحها بعض أشكال السطح الدقيقة.

٢- دراسة خصائص الرواسب التى تتكون منها السبخات، والمختلفة عن الرواسب المحيطة بها. وتأتى هذه الدراسة من خلال إجراء تحليل ميكانيكى لعينات من رواسب السبخات فى منطقة الدراسة.

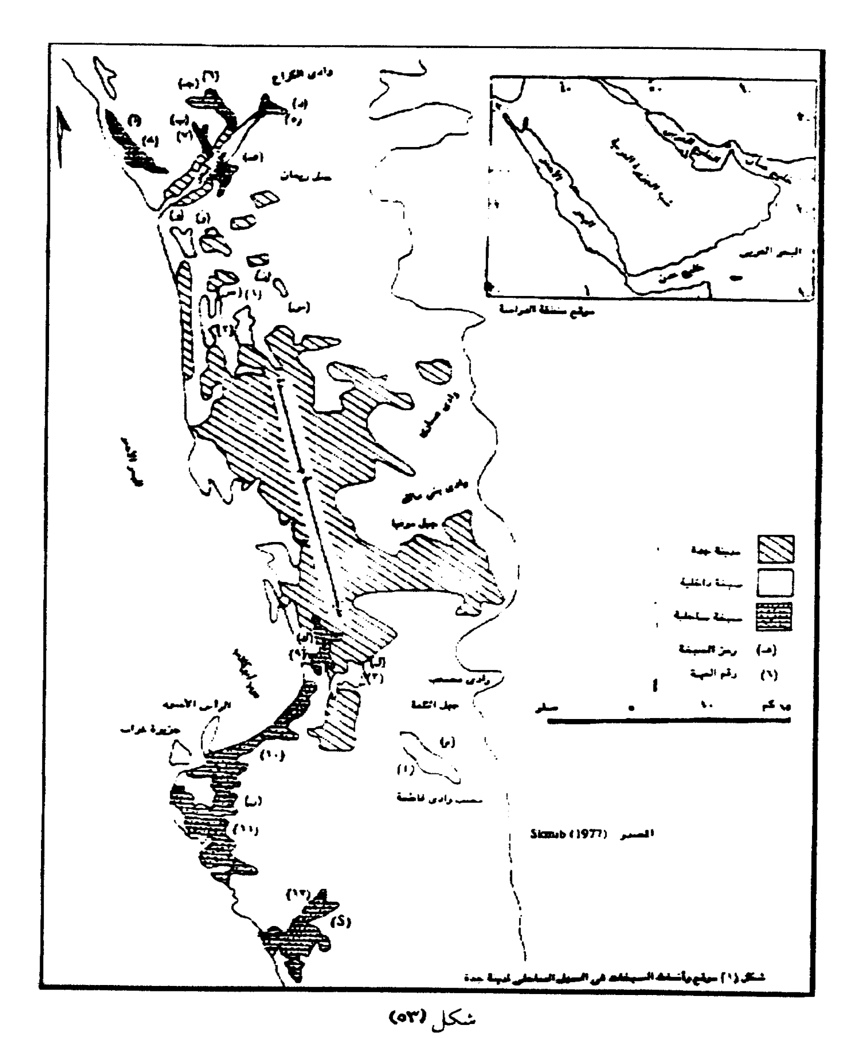
٣- محاولة تفسير نشأة السبخات ومراحل تطورها، والظروف المناخية والتضاريسية والجيولوجية والهيدرولوجية التى أسهمت فى ذلك، ومحاولة إلقاء الضوء على التاريخ الجيومورفولوجى لسطح منطقة الدراسة؛ خاصة فيما يتعلق بتذبذب منسوب سطح البحر والتغيرات المناخية.

٤- إقتراح كيفية الإستفادة من السبخات من النواحى الإقتصادية المختلفة.

منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة فى السهل الساحلى الشرقى للبحر الأحمر، وتمتد لنحو ٣٠َعرضية؛ ما بين ١٥َ ٢٢ْ و٤٥َ ٢٢ْ شمالاً، كما تمتد لنحو ١٥َ طولية؛ ما بين٣٩ْ و١٥َ ٣٩ْ شرقاً- شكل (٥٣).

ويمثل الحد الشرقى للسهل الساحلى لمدينة جدة سلسلة من التلال؛ تمتد من منطقة بحرة فى الجنوب الشرقى حتى جبل الحرة شمالاً؛ أهمها: القلعة، وموفيا، وتندوب، وبريمان. ويقطع هذه الكتل الجبلية عدد من الأودية، منها: وادى فاطمة (الذى يمثل الحد الجنوبى لمنطقة الدراسة)، ووادى مصعب، ووادى بنى مالك. ووادى عسارى، ووادى الكراع. أما الحد الشمالى فيمتد فى خط طولى بين جبل الحرة ومنطقة القصر القديم على ساحل البحر الأحمر، والحد الغربى يتمثل فى ساحل البحر الأحمر الممتد من مصب وادى فاطمة فى الجنوب من شبه جزيرة الرأس الأسود، حتى



شكل (٥٣)

موقع وأنماط السبخات فى السهل الساحلى لمدينة جدة

منطقة القصر القديم؛ فى شمال خليج أبحر، شكل (٥٣).

وتنتشر السبخات فى منطقة الدراسة، ويتصل بعضها بمياه البحر من خلال ممرات مائية ضيقة، كما هو الحال فى السبخة الواقعة جنوب مدينة جدة والمطلة على غوب أبو كلاب، والسبخات المتصلة بخور أبحر شمالاً. وبعض السبخات لا تتصل بالبحر، مثل السبخات التى تقع فى منطقة أبحر الجنوبية، كما أن بعض السبخات تقع فى مصبات بعض الأودية السابق الإشارة إليها، مثل سبخة (م)، التى تقع فى مصب وادى فاطمة، وسبخة (د) التى تقع فى مصب وادى الكراع، وسبخة وادى الكراع، شكل (٥٣).

الدراسة الميدانية :

إقتضت طبيعة موضوع الدراسة إجراء دراسة ميدانية فى عدد من الزيارات إلى مختلف مواضع المنطقة، فى فترات مختلفة، وفصول مختلفة؛ تخللت نحو العامين، من يناير ١٩٩٣ إلى يناير ١٩٩٥، لملاحظة التغيرات التى تطرأ على السبخات، وتسجيلها، ومحاولة تفسيرها بعد فحص العينات الإختبارية التى تم جمعها خلال الزيارات الميدانية.

- وفى الدراسة الميدانية تمت دراسة أشكال سطح السبخات، للتعرف على خصائصها العامة، وأشكال السطح الدقيقة المنتشرة فوق أسطح السبخات. وأمكن قياس أبعاد بعض هذه الأشكال وتسجيلها، وخاصة النباك.
- ولدراسة الرواسب السطحية، تم جمع ١٢ عينة من رواسب السبخات، وتراوح عمق العينات بين بضعة سنتيمترات و٢٠٠سم، إذ كان عمق العينة يتوقف على مستوى الماء تحت الأرضى، وخضعت هذه العينات للتحليل الميكانيكى، وسجلت النتائج.
- ولدراسة التتابع الاستراتيجرافى لتكوينات السبخات، عُمل قطاعان لتحديد الخصائص الليثولوجية والنسيج واللون والسمك ودرجة وإتجاه الميل.
- كما تمت دراسة منسوب الماء تحت الأرضى فى بعض السبخات.

الأحوال المناخية :

يؤثر الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة على أحوالها المناخية؛ فتنقسم السنة إلى فصلين رئيسيين :

- الصيف:

ويتميز بالحرارة، ويبدأ من مايو إلى أكتوبر، وأعلى الشهور حرارة شهر يونية، عندما تتعامد أشعة الشمس على خط عرض مدينة جدة، وتسجل الحرارة العظمى في معظم شهور الصيف؛ بدرجات تتراوح بين ٤٠° إلى ٤٥°م، بينما درجات الحرارة الصغرى تكون بين ٢٠° و٢٥°م. وفي هذا الفصل تقع المنطقة تحت تأثير الضغط المرتفع دون المدارى، وعندما تشتد الحرارة يحدث ضغط منخفض في الطبقات السفلى، فتسود رياح شمالية تخفف من إرتفاع درجة الحرارة، كذلك يؤثر إمتداد البحر في تلك الرياح فيجعلها شمالية غربية. ونتيجة لتكوين منخفضات محلية يحدث جذب للكتل الهوائية الحارة، فتهب رياح محلية تزيد من إرتفاع درجات الحرارة والغبار، وقد سجلت محطة أرصاد جدة ٤٩ يوماً من العواصف الترابية؛ خلال عشر سنوات.

ويتميز فصل الصيف بإرتفاع نسبة الرطوبة، حيث تتراوح قيمة الرطوبة النسبية بين ٩٠٪ إلى ٩٥٪، ويسجل شهر سبتمبر أعلى معدلات الرطوبة النسبية، كما يشكل الضباب ظاهرة متكررة بمنطقة الدراسة فمجموع أيام الضباب التي سجلت خلال عشر سنوات وصلت إلى ٧٢يوماً.

كما تزيد في هذا الفصل معدلات التبخر زيادة واضحة، حيث تصل في شهر يولية إلى ٩.١٩٩م (El Jerash, 1989, p.255).

- الشتاء :

في هذا الفصل يزداد نفوذ الضغط المرتفع دون المدارى، ويمتد جنوباً بسبب تعامد أشعة الشمس على مدار الجدى، ويتكون ضغط مرتفع قارى يسيطر على سيبيريا، وتمتد أطرافه الجنوبية الغربية إلى هوامش شبه الجزيرة العربية، ويصاحب ذلك موجات من

البرودة، تصل إلى أجزاء من شمالى المملكة العربية السعودية، وقد يصل هذا الهواء البارد أحياناً إلى جدة، وفى هذه الحالة تنخفض درجة الحرارة الصغرى إلى ما يتراوح بين ١٣° إلى ١٥°م، وتسيطر الرياح الشمالية على مدينة جدة، ومن الظواهر الجوية المهمة فى هذا الفصل تطرف المنخفضات الجوية المتوسطية نحو الجنوب، فتمر بجدة، ويحدث لقاء بين الهواء البارد والدافئ، وقد يصاحب هذا سقوط أمطار.

وتتمتع جدة بمناخ معتدل فى أغلب شهور الشتاء، فتتراوح درجة الحرارة العظمى بين ٣٠° و٣٥°م فى شهور نوفمبر وديسمبر ويناير وفبراير، وتتراوح درجة الحرارة الصغرى بين ١٥° و١٩°م وتسجل فى ديسمبر ويناير أدنى من ذلك قليلاً، أما المتوسط اليومى للحرارة فى معظم شهور الشتاء فيتراوح بين ٢٢° و٢٥°م.

وتنخفض الرطوبة النسبية فى الشتاء، وتظهر السحب فى سماء جدة عند وصول الكتل الهوائية المتوسطية، وتسقط معظم أمطار جدة فى نوفمبر وديسمبر ويناير. وقدر متوسط الأمطار السنوية التى سقطت على جدة خلال ٢٤ سنة بنحو ٦٢مم. وتتصف الأمطار بالعشوائية وعدم الإنتظام (بكر، ١٤٠٨هـ، ص٩٠٧).

وفى هذا الفصل يصل معدل التبخر إلى ٨٧,١ مم فى شهر يناير (El Jerash, p. 255) وتوضح النسب المئوية لإتجاهات الرياح فى مدينة جدة أن الإتجاه السائد للرياح هو شمال الشمال الغربى؛ حيث يمثل ٤٠ ٪ من المجموع الكلى للإتجاهات، يليه إتجاه الشمال؛ ويمثل ٢٥ ٪، ثم إتجاه الشمال الغربى ٢٠ ٪ ثم الغربى ١٥ ٪ من المجموع الكلى للإتجاهات.

وللرياح تأثير واضح على ظاهرة السبخات موضوع الدراسة، فهى تؤثر على مياه البحر، وتتحكم فى سرعة عمليات المد والجزر (الرويثى، ١٩٨٣، ص:٨٤) ولهذا تأثيره الواضح على السبخات.

التكوين الجيولوجى:

من دراسة الخرائط الجيولوجية ومطابقتها للطبيعة خلال الدراسة الميدانية، يتضح أن

السهل الساحلى لمدينة جدة، تغطيه إرسابات الزمن الرابع، فضلاً عن أن أحواض التصريف الداخلية تصب فى هذا السهل الساحلى، ويمكن تصنيف هذه الإرسابات إلى:

(١) الحجر الجيري المرجاني المرتفع (Reef Lime stone):

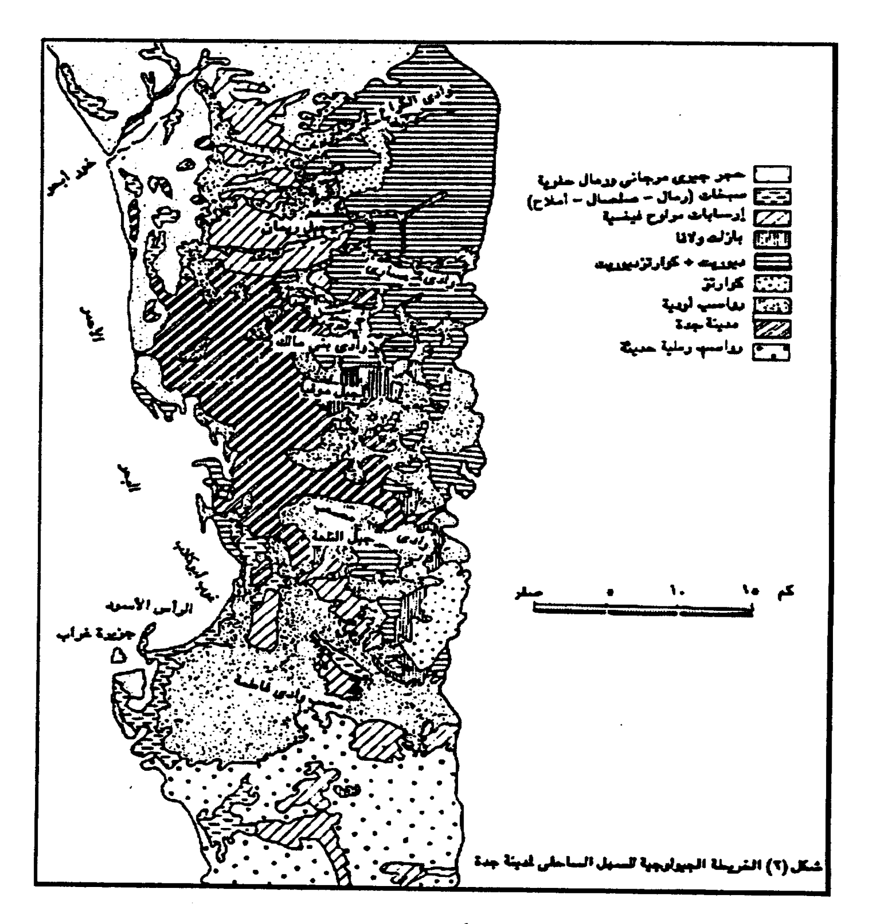
وهى أقدم التكوينات، وتمتد على طول السهل الساحلى شمال مدينة جدة، حيث توجد السبخات الشمالية - شكل (٥٤). ويتراوح عرض مكشف الطبقات بين ٥كم إلى ١٠كم، ويصل العرض جنوب جدة إلى أقل من كيلومتر واحد. ويغطى الحجر الجيرى المرجانى بالحصى وإرسابات المراوح الفيضية بالتقدم نحو الشرق. ويلاحظ أن الحجر الجيرى المرجانى قد تغمره المياه فى بعض المناطق، وفى مناطق أخرى يرتفع فيها بما يتراوح بين ٣ إلى ٦ أمتار فوق منسوب سطح البحر، وهو غير واضح لأنه مغطى بالرمال الحفرية (Fossil Rich Sand) الغنية بالقواقع، وتختلط أحياناً بالرمال الهوائية ورمال الشاطئ ونباتات المستنقعات التى تحملها الأمواج، ويمتاز الحجر الجيرى بأنه كتلى، وأثبتت القطاعات أن سمكه شمال مدينة جدة يتراوح بين ٢م إلى ١٠ أمتار (Moore & Rehaili, 1989, p.46).

(٢) إرسابات المراوح الفيضية (Fan Deposits):

وتتكون من حصى متوسط، حجمه أقل من ١٠سم، ويختلط بالرمال، ويتداخل مع إرسابات السهل الفيضى، وبصفة عامة يتناقص حجم الحصى وتسود الرمال بالإتجاه من رأس المروحة نحو أطرافها. وفى بعض المناطق تميل المراوح لتكوين مواد ترابية عند أقدام الحافات، وتختفى المراوح تحت إرسابات الهشيم عند أقدام التلال، وتساهم هذه الإرسابات فى تكوين السبخات المنتشرة داخل هذه المراوح الفيضية.

(٣) رواسب المدرجات النهرية (River Terraces Deposits):

وتنتشر فى الأودية، ويتراوح إرتفاعها بين ٣ إلى ٤ أمتار، وتتكون من حصى خشن مختلط بالرمال، وتغطيها طبقة من الحصباء والجلاميد.



شكل (٥٤)

الخريطة الجيولوجية للسهل الساحلى لمدينة جدة

(٤) إرسابات الهشيم (Talus Deposits):

وتتكون من شظايا صخرية حادة الزوايا، غير مصنفة من أحجام مختلفة.

(٥) إرسابات الأودية (Wadi Deposits):

وتملأ مجارى الأودية، وتتكون من رمال وحصى مفكك، ذى تصنيف من متوسط إلى ضعيف، ويختلف سمك الطمى ودرجة تصنيفه وحجمه وشكله من منطقة إلى أخرى.

(٦) الرمال الهوائية (Eolian Sand):

وتنتشر أقصى جنوب منطقة الدراسة على شكل أكوام بين التلال السابق الإشارة إليها، كما توجد على شكل كثبان رملية هلالية لا يزيد إرتفاعها على ٥م جنوب شرق مدينة جدة، وتتحرك الرواسب الرملية مع هبوب الرياح ذات السرعات العالية.

(٧) رواسب السبخات (Sabkahas Deposits):

وهى رواسب مختلفة ساهمت فى تكوينها جميع التكوينات الجيولوجية السابق الإشارة إليها؛ عن طريق ما تحمله إليها الرياح أو مياه السيول، ويلاحظ أن السبخات تنتشر فى المناطق ذات المناسيب المنخفضة القريبة من الساحل، وهى مناطق مستوية ملحية طمية؛ تغطى بطبقة رقيقة ملحية.

خصائص السطح :

تنتشر السبخات فى السهل الساحلى لمدينة جدة التى لعبت خصائص سطحه دوراً مهماً فى تكوين السبخات موضوع الدراسة. وتبلغ مساحة السهل الساحلى نحو ٤١٨ كم٢، ويتراوح عرضه بين ٨ كم فى الجنوب ويصل إلى ١٨ كم فى الشمال، وتغطى السبخات مساحة تقرب من ٣٠ كم٢، أى ما يعادل نحو ٧,٢٪ من إجمالى السهل الساحلى.

ويمكن تقسيم السهل الساحلي لمدينة جدة إلى قسمين:-

- قسم شرقي:

وهو أرض مرتفعة، تمثل أقدام سلسلة التلال التي تظهر شرق السهل الساحلي، والسابق الإشارة إليها، ويتراوح إرتفاعها بين ٣٠م إلى ٥٠م، ويقطع هذه التلال عدد من الأودية التي تنتهي في السهل الساحلي. وتقوم هذه الأودية بدور مهم في نقل مياه السيول التي تعقب سقوط الأمطار الفجائية إلى السهل الساحلي، إلى جانب إرتفاع مناسيب المياه تحت الأرضية في قيعانها، فعلى سبيل المثال، يصل عمق المياه تحت الأرضية في وادي عساري نصف متر تحت السطح، ولهذا أثره الواضح في تكوين السبخات.

- قسم غربي:

وهو أرض مستوية منخفضة المنسوب؛ لا يتجاوز الإرتفاع في أجزاء كثيرة منها على مستوى سطح البحر؛ وبصفة عامة يتراوح الإرتفاع بين ٨٠سم إلى ٣ أمتار (الحمدان، ١٤١٠هـ، ص ص ٣٢ و٣٣)، وقد ساهمت هذه الأراضي المنخفضة المنسوب في تكوين السبخات.

الخصائص العامة للسبخات «الأبعاد - الشكل - المساحة»:

تنتشر السبخات غرب السهل الساحلي لمدينة جدة، وتمثل أحد أشكال السطح الرئيسية في هذا السهل الساحلي، وبلغ إجمالي عدد السبخات في منطقة الدراسة ١٥ سبخة؛ منها ٨ سبخات ساحلية متصلة بمياه البحر الأحمر عن طريق قنوات مائية ضيقة، و٧ سبخات داخلية تقع شمال وجنوب المناطق السكنية لمدينة جدة. تتراوح أطوال السبخات بصفة عامة بين ١كم و٢٥٠ و١٧كم، ويتراوح متوسط عرضها بين ٥٠٠متر و١,٨٣٣كم، وتتراوح مساحتها بين ٣٠٠م٢ و٩,٧٥٠كم٢. جدول (١).

وتعتبر السبخة (ن) التي تقع شرق منطقة الرأس الأسود أكبر السبخات من حيث المساحة والأبعاد، والتي يصل طولها إلى ١٧,٢٥٠كم، ومتوسط عرضها ١,٧٥٠كم، وتبلغ مساحتها ٩,٧٥٠كم٢. شكل (١)، وبصفة عامة تتخذ السبخات الشكل الطولي

فيما عدا السبخات (و-وَ-ز) فهى تتخذ شكلاً شبه دائرى. ويمكن تصنيف السبخات بمنطقة الدراسة إلى نوعين، هما:

(أ) سبخات ساحلية :

ويمثلها بالمنطقة السبخات (ب، جـ، د، هـ) وتمتد على ساحل خليج أبحر، والسبخات (أ، ك، ن، ى) وتمتد على ساحل البحر الأحمر

جدول (١) أبعاد السبخات

الموقع	رقم السبخة	نوع السبخة	طول كم	متوسط العرض كم	المساحة كم
شمال خليج أبحر	أ	ساحلية	٥,٥	٠,٨٧٥	٣,١٢٥
شمال خليج أبحر	ب	ساحلية	٢,٠	٠,٥	٠,٨٠
شمال خليج أبحر	جـ	ساحلية	٣,٥	١,١٢٥	١,١٢٥
مصب وادى الكراع	د	ساحلية	٢,٥	١,٣٧٥	٠,٦٢٠
جنوب خور أبحر	هـ	ساحلية	٢,٥	٠,٨٧٥	٠,٤٢٥
أبحر الجنوبية	و	داخلية	٢,٥	٠,٨٧٥	٠,٧٥٠
أبحر الجنوبية	وَ	داخلية	١,٠	٠,٧٥	٠,٣٠
أبحر الجنوبية	ز	داخلية	٢,٠	١,٢٥	٠,٦٧٥
شمال مدينة جدة	س	داخلية	٣,٠	١,٠	٠,٩٢٥
غرب مطار الملك عبد العزيز	ص	داخلية	٤,٠	١,١	١,١٧٥
جنوب مدينة جدة	ك	ساحلية	٤,٥	٠,٧٥	١,١
جنوب مدينة جدة	ل	داخلية	١,٧٥	١,١٦٧	١,٠٧٥
مروحة وادى فاطمة	م	داخلية	٥,٠	١,٠	١,٢٥٠
شرق الرأس الأسود	ن	ساحلية	١٧,٢٥	١,٧٥	٩,٧٥٠
جنوب جزيرة رأس غراب	ى	ساحلية	٦,٢٥	١,٨٣٣	٦,٥٠

شكل (٥٣)، حيث تقع السبخة (أ). فى أبحر الشمالية والسبخة (ك) جنوب المدينة الصناعية، والسبخة (ن) تمتد على ساحل البحر الأحمر إلى الشرق من غوب أبو كلاب، والسبخة (ى) التى تقع على ساحل البحر الأحمر جنوب جزيرة رأس غراب.

ويبلغ عدد السبخات الساحلية ٨ سبخات، إجمالى مساحتها ٢٣,٤٤٥كم٢ وتتراوح أطوالها بين ٢كم و١٧,٢٥كم، ويتراوح متوسط عرضها بين ٥٠٠متر و١,٨٣٣كم، وتتراوح المساحة بين ٤٢٥م٢ و٩,٧٥٠كم٢، وأكبر هذه السبخات السبخة (ن) الواقعة شرق غوب أبو كلاب، وبهذا يلاحظ أن السبخات الساحلية أكثر إنتشاراً من السبخات الداخلية، فهى تشغل ما يعادل ٥,٦١٪ من إجمالى مساحة السهل لمدينة جدة، ويرجع ذلك إلى إستواء الساحل وتدنى مناسيبه، ويلاحظ أن هذه السبخات ترتبط بالتداخلات الساحلية مثل السبخات (ب، جـ، د، هـ)، وهى ترتبط بخليج أبحر، والسبخات (أ، ك، ن، ى) تتصل بالبحر الأحمر عن طريق قنوات مائية ضيقة، ولهذا فإن هذه السبخات ترتبط فى نشأتها وتطورها إرتباطاً وثيقاً بالظروف الساحلية.

(٢) سبخات داخلية:

ويمثلها بالمنطقة السبخات (و- وَ- ز) وتقع فى أبحر الجنوبية، والسبختان (س، ص) وتقعان فى حى المحمدية شمال مدينة جدة، والسبختان (ل، م) وتقعان جنوب مدينة جدة، حيث تقع السبخة (ل) جنوب شرق المدينة الصناعية، والسبخة (م) فى مصب وادى فاطمة.

ويبلغ عدد السبخات الداخلية ٧ سبخات، إجمالى مساحتها ٦,١٥كم٢ أى ما يعادل نحو ١,٤٧١٪ من إجمالى مساحة السهل الساحلى لمدينة جدة، وتتراوح أطوال هذه السبخات بين ١كم و٥كم، ويتراوح متوسط العرض بين ٠,٧٥كم و١,١٦٧كم، وتتراوح المساحة بين ٣٠٠م٢ و١,٢٥٠كم٢. وأكبر السبخات من حيث المساحة السبخة (م) التى تقع فى مصب وادى فاطمة، يليها السبخة الواقعة إلى جنوب شرق المدينة الصناعية، ويلاحظ أن هذه السبخات لا تتصل بالبحر إتصالاً مباشراً فى الوقت

الحاضر وقد ترجع نشأتها إلى التذبذب فى منسوب الماء تحت الأرضى.

نتائج التحليل الميكانيكي لرواسب السبخات:

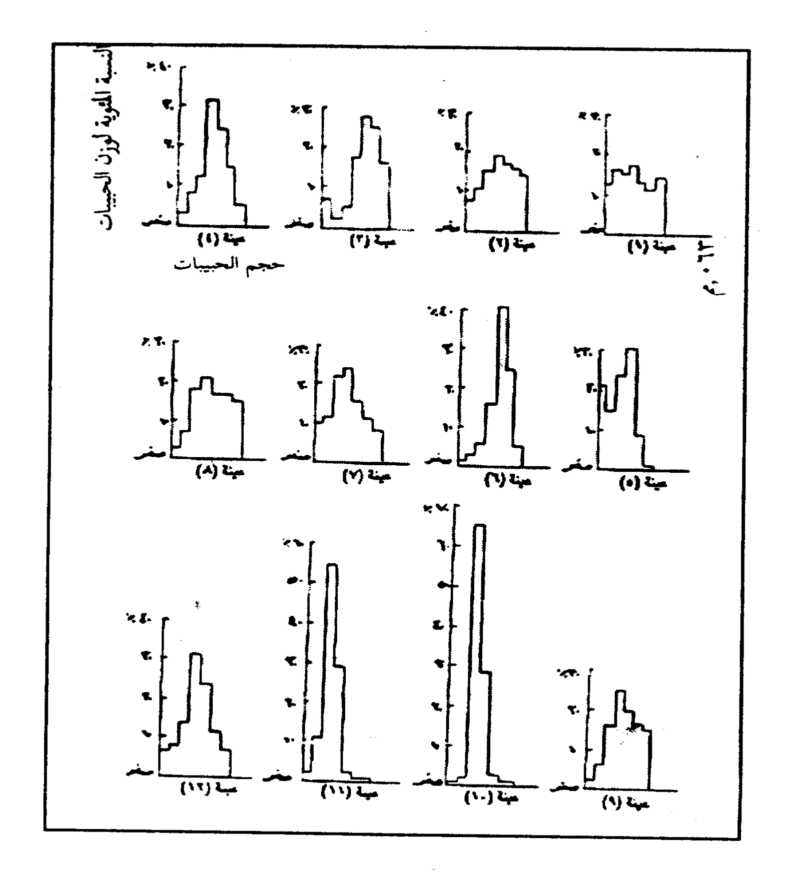
(أ) التحليل الحجمي لرواسب السبخات Size Analysis:

تهدف الدراسة هنا إلى إجراء تحليل وصفى كمى دقيق عن رواسب السبخات؛ من حيث الحجم والتصنيف والشكل والتكوين الليثولوجى، كما أنها تفيد فى محاولة استنتاج نشأة السبخات. ولتحقيق هذا الهدف تم جمع عدد (١٢) عينة من السبخات موضوع الدراسة منها ٤ عينات من السبخات الداخلية و ٨ عينات من السبخات الساحلية، شكل (٥٣)، وقد تم تحليل هذه العينات بإستخدام طريقة التحليل بالمناخل Sieve Analysis، وقد تم الإعتماد على مقياس ونتورث Wentworth Index لحجم الرواسب، ويوضح الجدول رقم (٢) نتائج التحليل الحجمى للعينات السابق الإشارة إليها، ومن الشكل (٣) الذى يمثل نتائج التحليل الحجمى للعينات يلاحظ مايلى:-

١- ارتفاع نسبة الرمال بأحجامها المختلفة؛ التى تتراوح بين الرمال الخشنة والرمال الناعمة جداً فى جميع العينات؛ حيث تراوحت نسبة الرمال بين ٧٢,٦٦٤٪ و٩٩,٠٤٪ من إجمالى وزن جميع العينات.

٢- يلاحظ أن نسبة الرمال ترتفع فى عينات السبخات الجنوبية (جنوب مدينة جدة) عن السبخات الشمالية (شمال مدينة جدة) حيث تتراوح نسبة الرمال فى الأولى بين ٨٢,٩٪ و٩٩,٠٤٪؛ بينما تتراوح النسبة فى الثانية بين ٧٢,٦٤٪ و٨١,٥٦٪، ويرجع ذلك إلى الإختلاف فى التكوين الجيولوجى للمنطقة التى توجد فيها السبخات، فيلاحظ من الخريطة الجيولوجية- شكل (٥٤) أن المناطق المحيطة بالسبخات الشمالية تتكون من حجر جيرى مرجانى ورواسب الأودية، أما السبخات الجنوبية فهى قريبة جداً من الرمال الهوائية التى تشغل مساحة شاسعة جنوب منطقة الدراسة، وتحملها الرياح إلى مناطق السبخات.

٣- من الشكل (٥٥) يلاحظ وجود قمة فى فئة الرمل المتوسط (٠,٥٠م) فى العينات أرقام (١، ٢، ٤، ٥، ٧، ٨، ٩، ١٢)، حيث تراوحت النسب بين



شكل (٥٥)
نتائج التحليل الحجمى لرواسب السبخات فى السهل الساحلى لمدينة جدة

جدول (٢)
نتائج التحليل الحجمى لرواسب السبخات

رقم العينة	موقـــع العينـــة	رمز العينة	النسبة المئوية لوزن حجم الحبيبات (بالمليمتر)							متوسط الحجم	نمط السبخة
			٤ مم	٢ مم	١ مم	٠,٥٠ مم	٠,٢٥ مم	٠,١٢٥ مم	٠,٠٦٣ مم		
١	حى المحمدية	س	١٢,٨٢	١٦,٤٤	١٥,٠٦	١٧,٥٠	١٢,٨٦	١٠,٧٨	١٤,٥٤	١,٧٤٣	داخلية
٢	حى المحمدية شمال جدة	ص	٧,٠٢	١٠,٦٤	١٥,٨٠	١٧,٧٤	١٦,٦٠	١٧,٤٢	١٤,٧٨	١,٢٦١	داخلية
٣	جنوب شرق المنطقة الصناعية	ل	٧,٢٢	١,٥٨	٥,٣٨	١٦,٦٢	٢٧,٧٠	٢٥,١	١٦,٤٠	٠,٨٩٠	داخلية
٤	مصب وادى فاطمة	م	٣,٤٨	٧,٩٦	١٣,٢٨	٣١,٥٨	٢٤,٣٢	١٤,٣٦	٥,٠٢	١,٠٨	داخلية
٥	مصب وادى الكراع	د	٢٠,٦٨	١٥,٣٠	٢٤,٤٤	٣٠,٨	٨,١	٠,٤٩	٠,١٩	٢,٤٠٥	ساحلية
٦	شمال خليج أبحر	ج	٢,١٦	٤,٢٠	٦,٣٤	١٦,٣٢	٤٠,٥٦	٢٤,٠٤	٦,٣٨	٠,٧١٣	ساحلية
٧	شمال خليج أبحر	ب	١٠,٢٦	١١,٠٦	٢٢,٠٠	٢٢,٦٠	١٤,٦	١١,٣	٨,١٨	١,٥٨٥	ساحلية
٨	أبحر الشمالية	أ	٣,٢٢	٧,١٦	١٨,٥	٢٢,٢٤	١٦,٦٦٨	١٦,٦	١٥,٦	١,٠١٤	ساحلية
٩	جنوب المنطقة الصناعية	ك	١,٧٤	٧,٢٤	١٥,٥٦	٢٤,٩٦	١٩,٣٤	١٥,٨٠	١٥,٣٦	٠,٩١٨	ساحلية
١٠	شرق غرب أبو كلاب	ن	٠,٠٦٨	٢,٣٤	٦٦,٢٢	٢٧,٦٤	٢,٨٤	٠,٣٦	٠,٢٨	١,٣٨٠	ساحلية
١١	جنوب جزيرة رأس غراب	ن	١,٨٢	١١,٠٠	٥٥,٢	٢٧,٧٨	٢,٣٠	٠,٧	٠,٢	١,٥٦٥	ساحلية
١٢	جنوب منطقة الدراسة	ى	٥ ٧	٧,٦٦	١٣,٩٦	٣١,٢٠	٢٢,٨٦	١١,٨٨	٦,٧٤	١,٢١	ساحلية

١٧,٥ ٪ و٣١,٥٨٪ بينما توجد القمة فى فئة الرمل الناعم (٠,٢٥م) فى العينتين رقمى (٣، ٦)، وهى تمثل ٤٠,٥٦ ٪ و٢٧,٧ ٪ من إجمالى وزن العينات على التوالى، وتتمثل القمة فى فئة الرمل الخشن (١م) فى العينة رقم (١٠) وتمثل ٦٦,٣٢ ٪ من إجمالى وزن العينة، وتوجد القمة فى فئة الرمل الخشن جداً (٢م) فى العينة رقم (١١) وتمثل ٥٥,٢ ٪ من إجمالى وزن العينة.

٤- فى السبخات الداخلية يلاحظ أن نسبة الحصى (٤م) تزيد فى السبخات (١، ٢، ٣، ٤) شكل (٥٥) حيث تراوحت نسبة الحصى بين ٧,٠٢ ٪ و ١٢,٨٢ ٪.

أ- فى العينة رقم (١) فى السبخة الداخلية (س) الواقعة فى حى المحمدية شمال مدينة جدة تتعدد القمم، حيث يوجد ثلاث قمم فى فئات الرمل الخشن جداً (٢م) بنسبة ١٦,٤٤ ٪، وفئة الرمل المتوسط (٠,٥٠م) بنسبة ١٧,٥٠ ٪، وفئة الطمى الخشن (٠٦٣,م) بنسبة ٥١٤,٥٤ من إجمالى وزن العينة، وأعلى القمم فى فئة الرمل المتوسط.

ب- فى العينة رقم (٢) وقد أخذت من السبخة (ص) شمال مدينة جدة، يلاحظ وجود قمة فى فئة الرمل المتوسط (٠,٥٠م) بنسبة ١٧,٧٤ ٪ من إجمالى وزن العينة، إلا أنه يلاحظ وجود تقارب واضح فى نسب الرواسب المختلفة ؛ حيث تتراوح النسب المئوية فى العينة بين ٧,٠٢ ٪ و ١٧,٧٤ ٪ من إجمالى وزن العينة.

جـ - فى العينة رقم (٣) وقد أخذت من السبخة (ل) الواقعة جنوب شرق المنطقة الصناعية؛ يلاحظ وجود قمتين واضحتين؛ الأولى فى فئة الحصى (٤م) وتمثل ٧,٢٢ ٪، والثانية، فى فئة الرمل الناعم (٠,٢٥م) وتمثل ٦٧,٧ ٪ من إجمالى وزن العينة.

د- فى العينة رقم (٤) يلاحظ وجود قمة واحدة فقط فى فئة الرمل المتوسط (٠,٥٠م)، وتمثل ٣١,٥٨٪ من إجمالى وزن العينة، وهذا يشير إلى أن التوزيع الحجمى لرواسب السبخات الداخلية يتخذ شكلاً غير منتظم، ويرجع ذلك إلى ظروف نشأة هذه السبخات وعوامل تطورها.

٥- فى السبخات الساحلية يلاحظ وجود توزيع منتظم فى العينات أرقام (٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١٢)، حيث تتمثل قمة واحدة فى كل عينة، وإن كانت الفئة الممثلة للقمة، توجد فى فئة الرمل الخشن فى العينة رقم (١٠)، والخشن جداً فى العينة رقم (١١) والرمل المتوسط فى العينات (٧، ٨، ٩، ١٢) وفى فئة الرمل الناعم فى العينة رقم (٦)، أما فى العينة رقم (٥) فتتمثل قمتان: الأولى هى فئة الرمل المتوسط، حيث تمثل ٣٠,٨٪ من إجمالى وزن العينة، والقمة الصغرى فى فئة الحصى، حيث تمثل ٣٠,٨٪ من إجمالى وزن العينة، وقد يرجع ذلك إلي موقع هذه السبخة فى مصب وادى الكراع، وتباين الرواسب فيها بين رواسب نهرية وبحرية.

٦- من حساب قيمة متوسط حجم رواسب السبخات، يلاحظ أن متوسط حجم جميع العينات ١,٣١٤م، وقد تراوح متوسط حجم رواسب السبخات بين ٧١٣,م و ٢,٤٠٥م، ويشير هذا إلي اختلاف طبيعة تكوين السبخات وظروف نشأتها وفقاً لموقعها.

٧- تراوح متوسط حجم رواسب السبخات الساحلية بين ٠,٧١٣م و ٢,٤٠٥م، بينما تراوح متوسط حجم رواسب السبخات الداخلية بين ٨٩٠,م و ١,٧٤٣م.

٨- تراوح متوسط حجم الرواسب فى السبخات الشمالية بين ٠,٧١٣م و ٢,٤٠٥م، ومتوسط حجم رواسب السبخات الجنوبية بين ٨٩٠,م و ١,٥٦٥م.

٩- من حساب قيمة الخطأ المحتمل لمتوسط حجم رواسب السبخات؛ لمعرفة مدي تمثيل هذه العينات لرواسب السبخات التى جمعت منها باستخدام معادلة كرومبين (Krumbein, 1937. pp. 199-204):

الخطأ المحتمل = ثابت كرومبين ٠,٦٧٤٨ × الانحراف المعياري

تبين أن قيمة الانحراف المعياري لمتوسط حجم الرواسب = ٠,٣٤٣ ، وأن قيمة الخطأ المحتمل لمتوسط حجم الرواسب = ٠,٢٣١ وبذلك يمكن القول إن هذه العينات تمثل رواسب السبخات.

١٠- من حساب النسبة المئوية لمتوسط حجم الرواسب تبين أنها = ١٦,٦٨ ٪.

٢- التصنيف Sorting:

لدراسة درجة تصنيف رواسب السبخات تم حساب قيمة معامل الصنيف Sorting Cofficient، باستخدام المعادلة التى وضعها تراسك (Trask, Sorting Cofficient)، وقد تبين أن قيمة معامل التصنيف تراوحت بين ١,٥٦٦ و ٤,٠٢٤ وبذلك يتضح - وفقاً لتصنيف تراسك - أن معاملات تصنيف الرواسب تراوحت بين متوسطة التصنيف وجيدة التصنيف، فمن الجدول رقم (٣) اتضح أن العينات أرقام (١, ٢, ٦, ٩, ١٠, ١١) جيدة التصنيف، بينما أن العينات أرقام (٣, ٤, ٥, ٧, ٨, ١٢) متوسطة التصنيف، وبهذا يلاحظ أن قيمة تصنيف الرواسب غير مرتبطة بموقع السبخة سواء كانت ساحلية أم داخلية، كذلك فهى غير مرتبطة بموقع السبخة شمال أو جنوب مدينة جدة.

هذا ويشير الاختلاف فى قيمة معامل التصنيف إلي طبيعة الإرسابات المكونة للسبخات، فالرواسب المتوسطة التصنيف ترجع إلي رواسب ذات أصل فيضى، أو رواسب موضعية النشأة Insite، أما الرواسب ذات التصنيف الجيد، فإنها ترجع أساساً إلي أصل هوائى، حيث إن الرياح لها القدرة علي حمل أحجام معينة دون الأخري. وهذا يعنى أن المواد المكونة لأراضى السبخات موضوع الدراسة ذات أصول مختلفة من حيث التكوين، وهذا يشير إلي أن المياه الجارية والرياح عاملان أساسيان فى تكوين السبخات. (عاشور وآخرون، ١٩٩١، ص ١٧٥).

٣- مقياس الالتواء Skewness Index:

تم حساب قيمة مقياس الالتواء باستخدام معادلة تراسك، وقد تبين أن قيم مقياس

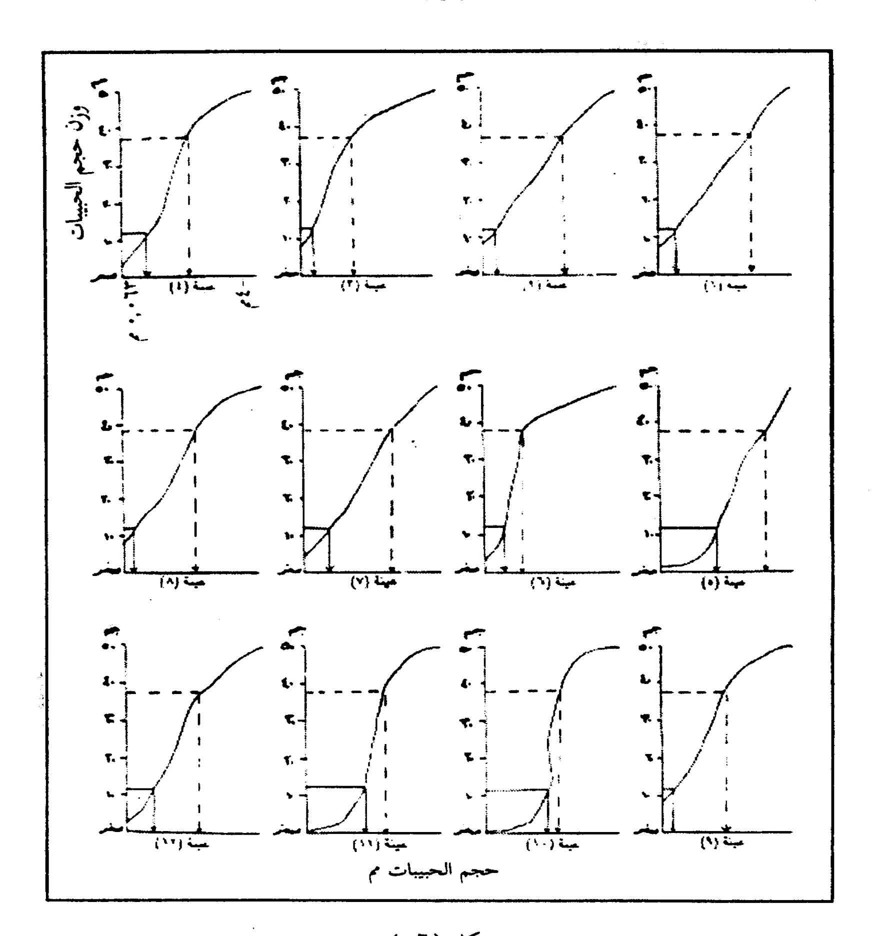
الالتواء تراوحت بين ٠١٧,٠، ١,١٠٨ جدول (٣). وتهدف الدراسة هنا إلي حساب درجة تماثل منحنيات توزيع رواسب السبخات. شكل (٥٦). وتشير قيم مقياس الالتواء إلي احتمال تباين مواد الأصل المكونة لأراضى السبخات؛ حيث إن أى اختلاف فى قيم الالتواء يدل علي وجود رواسب ذات أصول مختلفة، أى وجود أكثر من مادة أصل مسئولة عن تكوين هذه الرواسب، وهذا يؤكد نتائج معامل التصنيف التى تراوحت بين التصنيف المتوسط والجيد.

٤- تحليل الشكل Shape Analysis:

تهدف دراسة شكل الحبيبات إلى محاولة معرفة الخصائص الطبيعية لحبيبات الرواسب وإتجاه حركة نقل الحبيبات، والتعرف على البيئة المناخية بعد عملية الإرساب (David, 1977. p.111).

وقد تم دراسة شكل الحبيبات من حيث الإستدارة؛ لمحاولة معرفة طبيعة عامل التعرية المسئول عن نقل الرواسب، إلى جانب تقدير المسافة التى إنتقل خلالها الراسب.

ومن حساب قيمة متوسط الإستدارة لرواسب السبخات- جدول (٤) وشكل (٥٧)، تبين أن قيمة معدل الإستدارة لرواسب السبخات تراوحت بين فئة شبه مستدير وتراوحت نسبتها بين ٢٠٪ و٦٠٪، وفئة مستدير وتراوحت نسبتها بين ٢٠٪ ،٥٨٪، وجيدة الإستدارة وتراوحت نسبتها بين ٢٪ و٢٥٪.

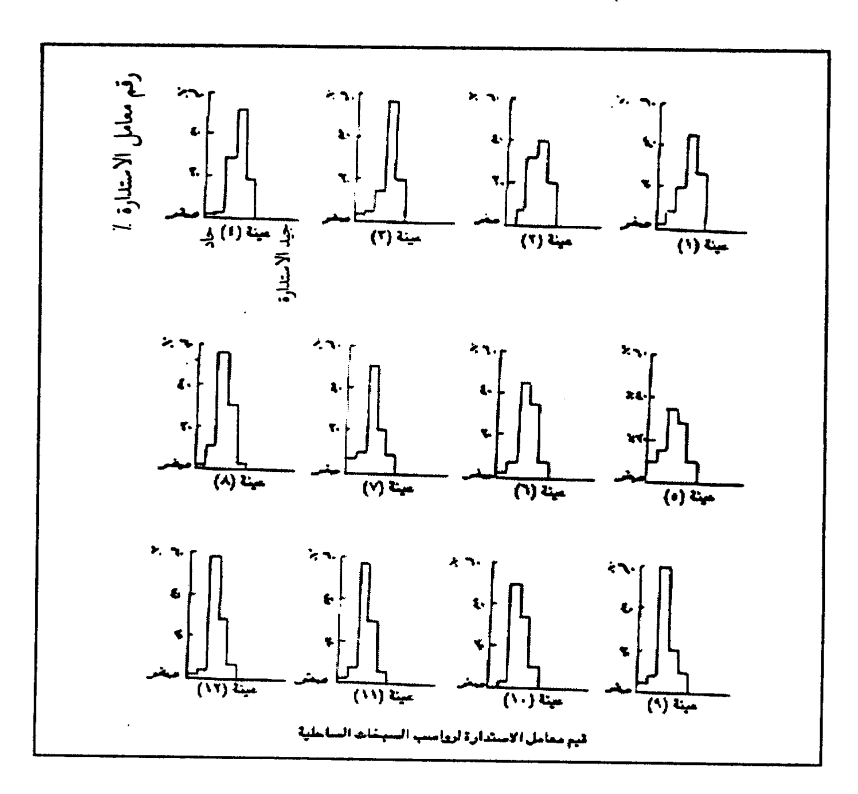


شكل (٥٦)
التكرار المتجمع الصاعد لرواسب السبخات
في السهل الساحلي لمدينة جدة

جدول (٣)

حساب قيمة معامل التصنيف ومقياس الإلتواء لرواسب السبخات

رقم العينة	موقــع العينــة	رمز العينة	نوع السبخة	متوسط الحجم	الوسيط	الربيع الأدنى	الربيع الأعلى	معامل التصنيف	مقياس الإلتواء
١	حى المحمدية	س	داخلية	١,٧٤٣	٠,٨٢٥	٠,٣٩٩	١,٨٨٩	٢,١٧٦	١,١٠٨
٢	حى المحمدية شمال جدة	ص	داخلية	١,٢٦١	٠,٧١٦	٠,٢٦٣	١,٠٣٥	١,٩٨٤	٠,٣٥١
٣	جنوب شرق المنطقة الصناعية	ل	داخلية	٠,٨٩٠	٠,٥٩٧	٠,٠٣٧	٠,٥٩٩	٤,٠٢٤	٠,٦٦٢
٤	مصب وادى فاطمة	م	داخلية	١,٠٨	١,٣٠١	٠,٠٦٤	٠,٤٥٩	٢,٦٧٨	٠,٠١٧
٥	مصب وادى الكراع	د	ساحلية	٢,٤٠٥	١,٥٧٤	٠,٢٨٩	٢,٥٩٠	٢,٩٩٣	٠,٣٠٢
٦	شمال خليج أبحر	جـ	ساحلية	٠,٧١٣	٠,٢٨٥	٠,٠٧٥	٠,١٨٤	١,٥٦٦	٠,١٧٠
٧	شمال خليج أبحر	ب	ساحلية	١,٥٨٥	٠,٦٤٨	٠,٠٩١	١,٣٢٠	٣,٨٢	٠,٢٨٨
٨	أبحر الشمالية	أ	ساحلية	١,٠١٤	٠,٧٢٥	٠,١١٤	٠,٧١٠	٢,٤٩٦	٠,١٥٤
٩	جنوب المنطقة الصناعية	ك	ساحلية	٠,٩١٨	٠,٥١٣	٠,١٢١	٠,٤٥٦	١,٩٤١	٠,٢١٠
١٠	شرق غوب أبو كلاب	ن	ساحلية	١,٣٨٠	٢,٥٦٤	٠,٣٨٥	١,١٦٨	١,٧٤٢	٠,٠٦٨
١١	جنوب جزيرة رأس غراب	ن	ساحلية	١,٥٦٥	٢,٠١٠	٠,٣٧٣	١,٢٧٩	١,٨٥٢	٠,١١٨
١٢	جنوب منطقة الدراسة	ى	ساحلية	١,٢١	١,٢٢٧	٠,٠٧٣	٠,٦٦٦	٣,٠٢٠	٠,٣٢



شكل (٥٧)

قيم معامل الإستدارة لرواسب السبخات فى السهل الساحلى لمدينة جدة

جدول (٤)

قيم معامل الإستدارة لرواسب السبخات

رقم العينة	رمز العينة	نوع السبخة	نـــوع الإســـتدارة				
			حاد	شبه حاد	شبه مستدير	مستدير	جيد الإستدارة
١	س	داخلية	٢	٨	٢٠	٤٥	٢٥
٢	ص	داخلية	-	٧	٣٢	٤٠	٢١
٣	ل	داخلية	٢	٤	١٦	٥٨	٢٠
٤	م	داخلية	١	٢	٢٧	٥٢	١٨
٥	د	ساحلية	١٠	١٥	٣٥	٣٠	١٠
٦	جـ	ساحلية	٢	٨	٤٥	٣٧	٨
٧	ب	ساحلية	٨	١٠	٥٢	٢١	٩
٨	أ	ساحلية	١	١٢	٥٥	٣٠	٢
٩	ك	ساحلية	٥	٧	٦٠	٢٠	٨
١٠	ن	ساحلية	-	٧	٥٠	٣٣	١٠
١١	ن	ساحلية	١	٦	٥٨	٣٠	٥
١٢	ى	ساحلية	٢	٣	٦٠	٢٨	٧

وتدل زيادة نسب الرواسب المستديرة على أنها ذات أصل هوائى ونهرى، ويلاحظ من الشكل (٥٧) أن نسبة الرواسب المستديرة تزيد فى السبخات الداخلية والتى تؤكد أن رواسبها ذات أصل هوائى ونهرى. أما فى السبخات الساحلية يلاحظ ميل كثير من الحبيبات إلى قلة الإستدارة، حيث تنخفض فيها نسبة الرواسب جيدة الإستدارة والمستديرة، وتزيد فيها نسبة الرواسب شبه المستديرة وشبه الحادة، مما يشير إلى أن أصل هذه الرواسب بحرى وهوائى.

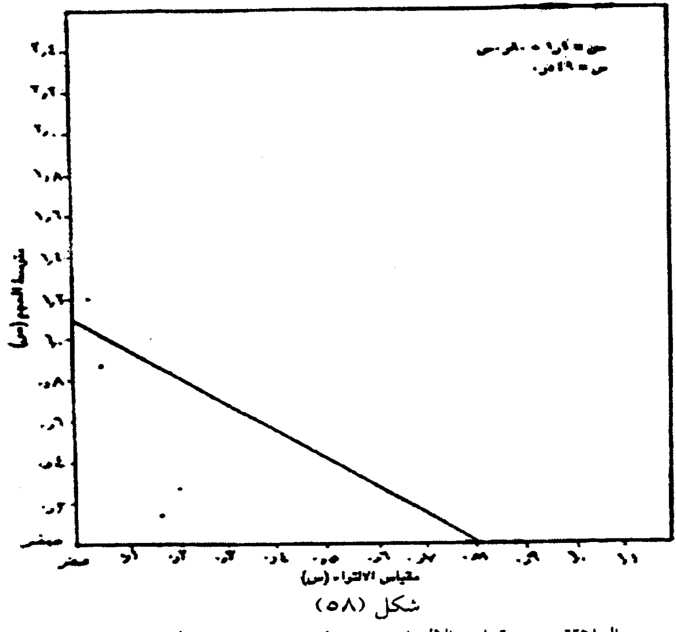
العلاقات المتبادلة بين المعاملات الإحصائية المختلفة :

تم حساب العلاقة الإحصائية بين متوسط حجم الرواسب ومقياس الإلتواء، فتبين وجود علاقة إرتباط فيما بينهما، وكانت قيمة معامل الإرتباط ٠,٥٤٩ وإن كانت هذه العلاقة غير قوية. ويوضح الشكل (٥٨) العلاقة بين متوسط حجم رواسب السبخات ومقياس الإلتواء. ويلاحظ شذوذ كثير من النقاط عن خط الإنحدار، وهذا يشير إلى ما سبق ذكره: وهو أن تكوين السبخات قد تم تحت تأثير عدة عوامل.

ومن حساب قيمة معامل الإرتباط بين مقياسى الإلتواء ومعامل التصنيف تبين عدم وجود علاقة ارتباط فيما بينهما حيث كانت قيمة معامل الإرتباط ٠,١٦١ .

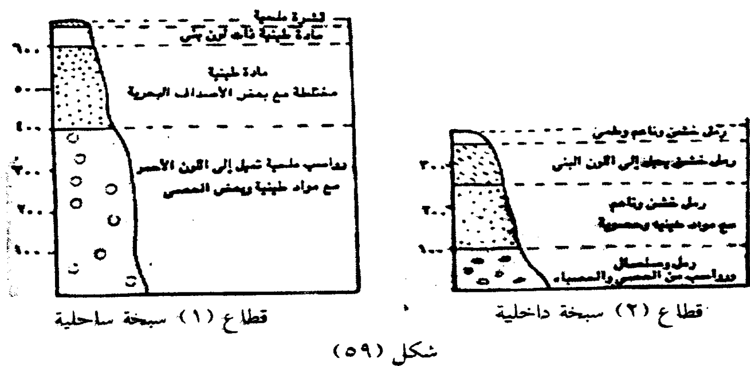
التتابع الإستراتيجرافي لرواسب السبخات :

قام عدد من الباحثين بدراسة التتابع الإستراتيجرافى لرواسب السبخات فى مناطق مختلفة، منهم مابى (Mabey, 1965) فى دراسته لچيولوچيا السبخات الداخلية ولتحديد موقع الإمتداد الرأسى والجانبى لأجسام الملح، وباورز وآخرون (Powers, et al, 1966) عند دراستهم للچيولوچيا الرسوبية بالمملكة العربية السعودية، وفاندوم، ومولنكامب (Vandom & Meulenkamp, 1966) عن دراسة البنية الداخلية للسبخات، ودراسة بيومى وسعيد (Bayoumi & Said 1971) عن إستخدام المسح بالمقاومة الكهربائية لتحديد إمتداد غزو مياه البحر نحو اليابس، ثم دراسة إيفانز وآخرون (Evans, et al., 1979) عن التتابع الإستراتيجرافى والتاريخ الچيولوچى لسبخة أبو ظبى (El Abd & Awad, 1991, p.137).



شكل (٥٨)

العلاقة بين مقياس الإلتواء ومتوسط حجم رواسب السبخات



قطاع (١) سبخة ساحلية

قطاع (٢) سبخة داخلية

شكل (٥٩)

التتابع الإستراتيجرافي لرواسب السبخات

جدول (٥)

التتابع الإستراتجرافي لرواسب السبخة ن (ساحلية)

الموقع	مراحل الإرساب	سمك الرواسب	نوع الرواسب وخصائصها
جنوب مدينة جدة	٤	١٠ سم	قشرة ملحية.
	٣	٥٠ سم	طبقة من مادة طينية ذات لون بني مرتفع فيها نسبة الرطوبة.
	٢	٢٠٠ سم	طبقة من الطين رمادي اللون مختلط ببعض الأصداف البحرية.
	١	٤٠٠ سم	رواسب رملية يتراوح حجمها بين الخشن والناعم ذات لون يميل إلى اللون الأحمر مختلطة مع رواسب طينية وبعض الحصى الذي يتراوح حجمه بين ٢ إلي ٤مم.

ولدراسة التتابع الإستراتيجرافى لرواسب السبخات، تم دراسة قطاعين من السبخات أحدهما فى سبخة ساحلية (سبخة ن) والآخر فى سبخة داخلية وهى السبخة (س)، وومن جدول (٥) وشكل (٥٩) قد تبين أن التتابع الإستراتيجرافى للسبخات على النحو التالى:

١ - وجود قشرة ملحية تغطى سطح السبخة، ومن المرجح أنها تكونت نتيجة لإستمرار غمر مياه المد للسبخة، نتيجة لإتصالها المباشر بالبحر عن طريق قناة مدّ ضيقة، حيث يدخل ماء البحر إلى السبخة؛ مما يؤدى إلى تحول الأجزاء المنخفضة من السبخة إلى بحيرات ملحية، وبعد تبخر مياه البحر تغطى السبخة بغطاء رقيق من قشرة ملحية بيضاء، ومع طغيان مياه البحر مرة أخرى تذوب الطبقة الملحية ثم يتجدد تكوينها بعد أيام قليلة.

٢- يدل وجود طبقة مكونة من مادة طينية على أنها مشتقة من السهل الساحلى، وقد تم إرسابها فى المياه الضحلة أثناء إنخفاض منسوب سطح البحر.

٣- يشير وجود الرواسب الرملية المختلطة بالرواسب الطينية إلى حدوث تتابع فى الإرساب بين الرواسب التى تحملها الرياح من المناطق المجاورة والرواسب البحرية.

٤- من مقارنة التتابع الإستراتيجرافى لهذه السبخة بالدراسة التى تمت عن سبخة الخرار، يلاحظ وجود تشابه واضح فى ظروف التكوين، ووفقاً لتقسيم جافيش فإن هذه السبخة تمثل بيئة فوق مدية جزرية مفتوحة؛ ذات نظام تدفق هيدروديناميكى غير محدد ومستمر، حيث تدخل مياه البحر إلى السبخة ثم تتبخر، ثم تعود مياه البحر إلى السبخة؛ وهكذا (El Abd & Awad, 1991, p. 137).

ويشير جدول (٦) إلى التتابع الإستراتيجرافى للسبخة (س) وهى سبخة داخلية.

ومن الجدول والشكل (٥٩) يتضح ما يلى:

١- يتكون التتابع من أربع طبقات؛ تتكون من رواسب يسود فيها الرمل والطمى والطين، ويتداخل فيها فى الطبقات السفلى مواد حصوية.

٢- يشير التتابع إلى وجود تباين فى أحجام الرواسب ونوعيتها إلى حدوث دورات إرساب؛ تختلف كل دورة منها فى نوع ما تحمله من رواسب، كما تشير إلى إختلاف فترة الإرساب.

٣- يشير التتابع الإستراتيجرافى لرواسب هذه السبخة أن مصدرها الأساسى هو الرواسب التى حملتها الرياح إلى هذه السبخة من المناطق الجبلية المجاورة، والرواسب الرملية فى الجنوب، وهى تمثل الرواسب السطحية، أما الرواسب تحت السطحية فهى رواسب فيضية حملتها إليها مياه الأودية، ويلاحظ عدم وجود رواسب بحرية فى هذه السبخة لبعدها عن ساحل البحر.

جدول (٦)

التتابع الإستراتجرافي لرواسب السبخة س (داخلية)

الموقع	مراحل الإرساب	سمك الرواسب	نوع الرواسب وخصائصها
جنوب مدينة جدة	٤	٢٥ سم	طبقة من الرمل خشنة ومتوسطة وطمي مغطاة بقشرة ملحية رقيقة.
	٣	١٠٠ سم	طبقة من الرمل الخشن ذات لون يميل إلي البني.
	٢	١٥٠ سم	طبقة من الرمل الخشن والناعم مختلطة برواسب طينية وبعض المواد الحصوية يتراوح حجمها بين ٤ إلى ٨مم.
	١	١٠٠ سم	طبقة من الرمل والطين ورواسب من الحصي والحصباء يتراوح حجمها بين ٤ إلى ١٦ سم سيئة التصنيف.

مورفولوچية سطح السبخات :

يتميز سطح السبخات فى منطقة الدراسة بإستواء السطح، صورة (٢٣)، حيث تقع معظم السبخات على منسوب يتراوح بين صفر و٣ أمتار، ويتراوح إنحدار السطح بين ١/١٥٠٠ و١/٢٥٠٠، وتتراوح زوايا إنحدار السطح بين صفر ودرجة واحدة. ويرجع عدم وجود تغيير فى زوايا إنحدار السطح إلى مايلى:-

١ - صغر المدى الحرارى السنوى، كما سبقت الإشارة.

٢ - إرتفاع منسوب الماء تحت الأرضى الذى يؤدى إلى إرتفاع نسبة الرطوبة (Ashraf & Taher, 1980, p.3). وقد تبين من الدراسة الميدانية أن مستوى الماء السطحى فى السبخات متقارب إلى حد كبير؛ نظراً لأن رواسب السبخات عادة ما تكون عالية النفاذية، مما يسمح بحركة الماء بيسر داخل مكوناتها،

وجودها على مستويات متقاربة. ومن المعروف أن هذه المياه هى التى تتحكم فى تأثير التعرية الهوائية على سطوح هذه السبخات، حيث لا تحمل الرياح إلا المواد التى تتعرض للجفاف، وبالتالى تكون الرياح أداة لتسوية السطح (عاشور وآخرون، ١٩٩١، ص٣٥٨).

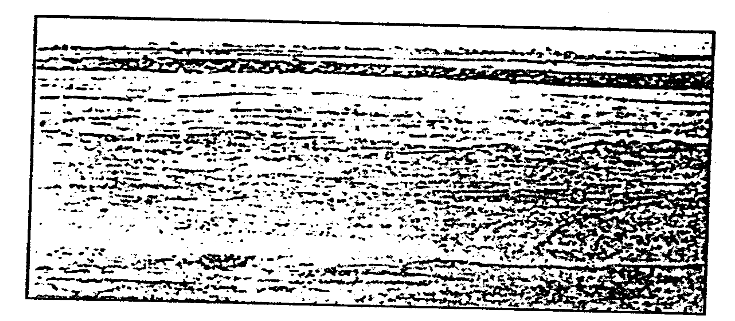
٣- يرجع إستواء سطح السبخات الساحلية المتصل بالبحر إلى قيام مياه المد بعملية تسوية لسطح السبخات أثناء حركتها من البحر وإليه.

ويظهر على سطح السبخات بمنطقة الدراسة بعض أشكال السطح الدقيقة التى ترتبط كل منها بظروف معينة ساهمت فى نشأتها، وتفيد دراسة هذه الأشكال فى فهم التطور المورفولوجى للسبخات، ومن أبرز هذه الأشكال مايلى:-

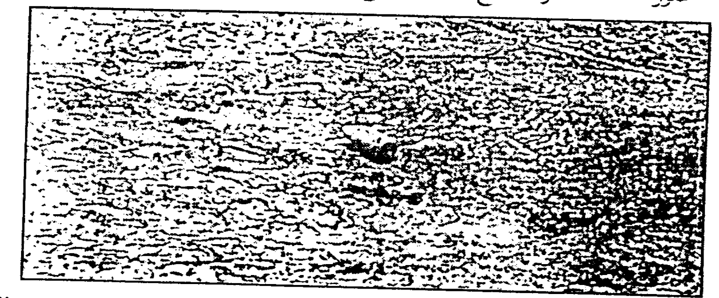
(أ) المضلعات الملحية:

تظهر على سطح السبخات على شكل مضلعات غير متساوية الأضلاع صورة(٢٤)، ويتراوح إرتفاع الحواف بين عدة ملليمترات إلى عدة سنتيمترات، ولا يزيد فى معظم الحالات على ٣سم، وقد تبين من الدراسة الميدانية أن إرتفاع الحواف يزيد مع زيادة نسبة الأملاح. كما توجد علاقة بين إرتفاع الحواف ومستوى الماء الأرضى، فكلما كان مستوى الماء الأرضى قريباً من السطح زاد إرتفاع الحواف. ويرجع ذلك إلى زيادة معدلات التبخر، وبالتالى زيادة ترسيب الأملاح على السطح، وهذا يتفق مع دراسة عاشور وآخرين عن السبخات فى شبه جزيرة قطر، (المرجع السابق، ص٣٦٢).

ويرجع تكون المضلعات الملحية إلى طغيان المياه على أسطح السبخات، سواء كانت مياه جوفية أم مياه المد العالى، ثم تتبخر المياه ويساهم فى ذلك خشونة نسيج السبخات إلى جانب شدة الحرارة طوال العام، مما يعرض سطح السبخات للجفاف وإنكماش المواد السطحية وتشققها.



صورة (٢٣) استواء سطح السبخات فى السبخة (ك) جنوب المنطقة الصناعية



صورة (٢٤) المضلعات الملحية على سطح السبخات فى السبخة - (م) فى مصب وادى فاطمة



صورة (٢٥) التنهدات على سطح السبخات فى السبخة (ص) حى المحمدية شمال جدة

(٢) التنهدات :

وتبدو فى شكل شبكى متقاطعة أو متوازية فى مناطق محدودة المساحة من السبخات، صورة (٢٥)، وتظهر التنهدات بعد أن تتكون القشرة الملحية، وتستقر لفترة طويلة لا تتعرض فيها المنطقة للغمر بالمياه، ويتمثل هذا الشكل فى السبخات الداخلية.

(٣) الخنادق الطولية:

هى خنادق طولية ذات قاع هابط، تتمثل فى السبخات الشمالية الساحلية وفى السبخات الداخلية. ويبدأ الخندق فى شكل قناة مقوسة لا يتعدى عرضه نصف المتر، ويتراوح عمقه بين ١٠سم و٣٠سم، وتنتشر فى قاعه نباتات ملحية صورة (٢٦)، ويتجمع فى قاع الخندق مياه ملحية، وترجع نشأة هذه الخنادق الطولية إلى زيادة معدلات التبخر الناتجة عن شدة إرتفاع درجة الحرارة، مما يؤدى إلى زيادة الجفاف، ويتبع ذلك تشقق التربة وتكوين هذه الخنادق الطولية.

(٤) النبكات :

هى تجمعات رملية حول النباتات، يتراوح إرتفاعها بين ٥ سم و٢٠٠سم ويتراوح طولها بين مترين وخمسة أمتار، وتتكون من الرمال؛ تغطيها قشرة ملحية رقيقة. صورة (٢٧)، ويرجع تكوين هذه النبكات إلى نمو النباتات الملحية على سطح السبخات فى المناطق التى يرتفع فيها منسوب الماء تحت الأرضى، فتمثل هذه النباتات عقبة أمام الرياح المحملة بالرمال والمواد الناعمة؛ مما يؤدى إلى ترسيبها فى ظل هذه النباتات. وتنتشر هذه الظاهرة فى السبخات الجنوبية والداخلية.

التغيرات التي تطرأ علي السبخات :

تبين من الدراسة الميدانية للسبخات، أن أراضى السبخات غير مستقرة، بل يحدث بها تغيرات دائمة، حيث تختلف ملامح سطح السبخات بين الصيف والشتاء، وترتبط هذه التغيرات بعدد من العوامل؛ منها مايلى:-

١ - الظروف المناخية المتمثلة فى التغير الفصلى لدرجات الحرارة، وتباين كميات

الأمطار، حيث تزيد نسبة الرطوبة فى أراضى السبخات فى فصل الشتاء زيادة واضحة، وتقل هذه النسبة فى فصل الصيف مع الإرتفاع الواضح لدرجة الحرارة، والذى يؤدى إلى جفاف أراضى السبخات، وأحياناً ظهور تشققات على سطح السبخة.

٢- تغير منسوب الماء فى السبخات الساحلية المرتبطة بحدوث موجات المد والجزر، وفى السبخات الدخنية المرتبط بتذبذب منسوب الماء تحت الأرضى المرتبط بسقوط الأمطار، مما ينتج عنه تكرار حدوث بلل وجفاف فى السبخات، وظهور القشور الملحية.

٣- إستمرار إمداد السبخات برواسب هوائية تحملها الرياح الشرقية والشمالية والجنوبية من الجبال المجاورة ومن الرواسب الرملية جنوب منطقة الدراسة.

نشأة السبخات:

تعتبر نشأة السبخات فى منطقة الدراسة نشأة مركبة، ترجع إلى أن رواسبها ذات مصادر متعددة، كما ترجع إلى تعدد الخصائص الجغرافية للمنطقة، التى أدت إلى أن تكون هذه المنطقة بيئة ملائمة لنشأة هذا العدد من السبخات. وترجع نشأة السبخات إلى مجموعة من العوامل، هى:

(١) التكوين الچيولوچي:

سبقت الإشارة إلى أن المنطقة المحيطة بالسبخات تنتشر بها تكوينات الحجر الجيرى المرجانى، والرواسب الشاطئية، ورواسب المراوح الفيضية والأودية والرمال الهوائية. وقد أوضحت الدراسة أن السبخات الشمالية ترتبط بتكوينات الحجر الجيرى المرجانى، أما السبخات الجنوبية فترتبط برواسب الأودية والرواسب الرملية الهوائية. ويمكن التمييز فى عامل النشأة بين السبخات الساحلية والداخلية، فالسبخات الساحلية تتكون من الرواسب الساحلية، والتى يمكن تعريفها برواسب المد العالى والتى نتجت عن موجات المد التى أسهمت مع الرواسب التى تحملها الرياح فى نشأة هذه السبخات. أما السبخات الداخلية فتكونت من الرواسب السطحية التى تتمثل فى رواسب الأودية ورواسب

السفوح والرواسب الرملية.

كذلك فإن لعامل البنية تأثير واضح فى نشأة العديد من السبخات؛ حيث يلاحظ أن معظم السبخات بالمنطقة تتبع محوراً عاماً (شمالى غربى/ جنوب شرقى) على طول الصدوع الموازية لخط الساحل. حيث نتج عن حركة الرفع الدورية فى الزمن الرابع على طول الصدوع الموازية للساحل تكوين كتل صدعية مرتفعة ومنخفضات هابطة مجاورة لها، أسهمت فى تكوين بعض السبخات (Pallister, 1982, p.59).

(٢) التضاريس:

لقد سبقت الإشارة إلى أن سطح السهل الساحلى موضوع الدراسة منخفض بصفة عامة، حيث يتراوح الإرتفاع بين ٠,٨ متر إلى ٣ أمتار، وفى بعض المناطق الساحلية لا يتجاوز الإرتفاع على مستوى سطح البحر، ونتيجة لعدم وجود جروف ساحلية، فإن أى إرتفاع لمياه المد ولو بقدر ضئيل يؤدى إلى طغيان مياه البحر على مساحات واسعة من الأراضى الساحلية، مما ساعد على نشأة السبخات الساحلية. كذلك كان نتيجة انخفاض منسوب الشاطئ حدوث تسرب لمياه البحر إلى هذه السبخات، ومع تكرار تغطية المناطق المنخفضة المنسوب بمياه المد تتكون برك مؤقتة تنحسر عنها المياه أثناء حدوث الجزر، ومع ارتفاع درجة الحرارة تتبخر مياه هذه البرك مكونة قشرة ملحية فى كثير من الأحيان، كذلك أسهم عامل التضاريس فى نشأة السبخات الداخلية التى تكونت نتيجة لإنخفاض منسوب سطح بعض المناطق عن الأراضى المجاورة لها، مما أدى إلى تجمع مياه الأمطار المؤقتة ومياه الأودية القصيرة التى تنتهى إليها، ثم تتبخر هذه المياه. كما أن إرتفاع منسوب الماء تحت الأرضى الذى يعد المصدر الرئيسى لنشأة السبخات الداخلية، نتيجة وقوع هذه السبخات عند حضيض الأودية والفرشات الرملية؛ مما يسمح بتسرب المياه تحت الأرضية من الطبقات الحاملة لها والقريبة إلى قاع السبخات، ثم صعود محاليل ملحية إلى أعلى بفعل الخاصية الشعرية، ومع تبخر المياه تترسب الأملاح على السطح وتتكون السبخات.

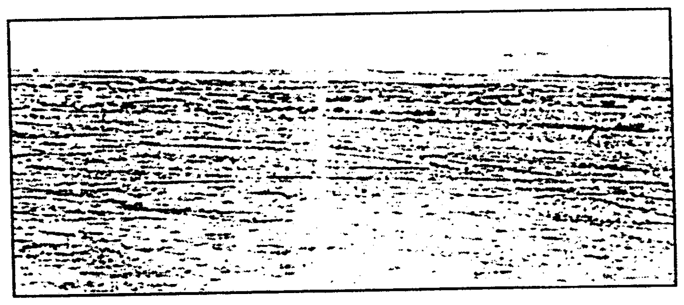
(٣) الظروف المناخية :

تلعب الظروف المناخية الحالية دوراً مهماً فى نشأة السبخات، حيث يؤدى الإرتفاع الواضح فى درجات الحرارة- كما سبقت الإشارة- إلى إرتفاع معدلات التبخر التى تساهم بدور فعال فى نشأة السبخات. كما أن سقوط الأمطار الإعصارية يؤدى إلى حدوث جريان سطحى مؤقت يحمل المفتتات والمواد الناعمة مع الأملاح إلى المناطق المنخفضة المنسوب، وقد تتجمع مياه الأمطار لفترة وجيزة قد تصل إلى أيام أو أسابيع مكونة مستنقعات، ومع تعرض هذه المياه للتبخر لشدة الحرارة، تتكون القشرة الملحية التى تظهر على سطح السبخات. صورة (٢٨).

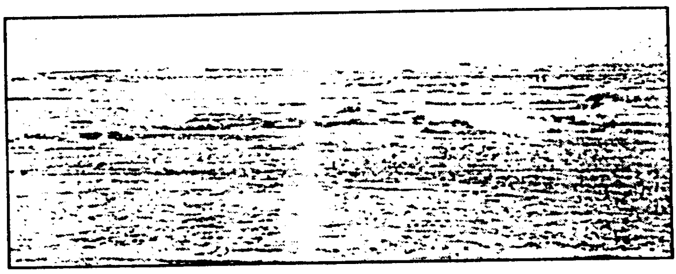
كذلك تلعب الرياح دوراً فى نشأة السبخات، فإلى جانب تأثيرها على مياه البحر، حيث تساهم الرياح الغربية فى زيادة سرعة المد والحد من نشاط الجزر، تعمل الرياح الشمالية والشمالية الغربية والشرقية على تسوية سطح السبخات من خلال ترسيب ما تحمله من رمال من الأراضى المجاورة.

كذلك ساهم المناخ فى الماضى فى نشأة السبخات، والتى يرجح أنها نشأت خلال عصر البلايستوسين، نتيجة لحدوث التغيرات المناخية فى هذا العصر، والتى أسهمت فى حدوث تغير فى منسوب سطح البحر الأحمر؛ الذى ساهم فى نشأة هذه السبخات؛ حيث يرى سليم أن إنتشار السبخات على الساحل دليل كاف على إرتفاع منسوب سطح البحر، وغمره لمساحات كبيرة من اليابس المجاور (سليم، ١٩٩١، ص٢٩٦).

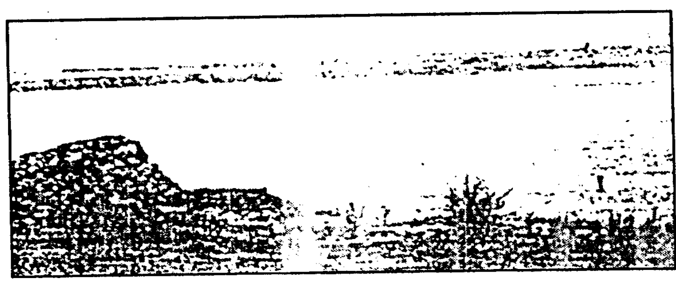
ويرى بعض الباحثين أن السبخات البحرية نشأت عندما تراجع البحر عن مساحات كبيرة ذات سطوح منبسطة قليلة الإنحدار، والتى كانت أعماق البحر فوقها ضئيلة، وفى هذه المياه الضحلة ومع إرتفاع درجات الحرارة، ترسبت الأملاح المختلفة على القاع، ومع إستمرار تراجع البحر فى عصر البلايستوسين، وزيادة معدلات التبخر فى فترة الجفاف الحالى تكونت السبخات، (المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، ١٩٧٨، ص١٢٦).



صورة (٢٦) الخنادق الطولية علي سطح السبخة (ن) شرق غرب أبوكلاب



صورة (٢٧) نباك علي سطح السبخة (م) مروحة وادى فاطمة



صورة (٢٨) ظهور قشرة ملحية على سطح السبخة (أ) أبحر الشمالية

(٤) مياه البحر:

توجد علاقة واضحة بين حركة مياه البحر ونشأة السبخات الساحلية، التى ترتبط بالبحر عن طريق قنوات مائية ضيقة، نتيجة لحركة الأمواج على الساحل تحت تأثير إتجاه الرياح، ونتيجة لأن مياه المنطقة الساحلية ضحلة، فإن الأمواج تكون عمودية على خط الساحل (أبو العينين، ١٩٨٩، ص٢٤٨) مما يساهم فى غمر المناطق المنخفضة المنسوب بمياه الأمواج، هذا بالإضافة إلى أن التيارات البحرية التى تسير موازية للشاطئ مع حركة الأمواج العمودية على خط الساحل تعمل على توالى عملية الإرساب على قيعان التداخلات الساحلية مما يزيد من حمولتها، وتحولها بمرور الوقت إلى مستنقعات ضحلة ثم إلى سبخات، (عاشور وآخرون١٩٩١، ص١٣٩).

(٥) المياه تحت الأرضية :

أسهمت المياه تحت الأرضية بدور فعال فى نشأة السبخات الداخلية، حيث أدى إرتفاع منسوب الماء الأرضى فى المناطق الداخلية شمال وجنوب مدينة جدة إلى نشأة السبخات الداخلية؛ نتيجة لإرتفاع درجة الحرارة، وتبخر هذه المياه وترسيب الأملاح على السطح.

الإستخدام الإقتصادي الأمثل لأراضي السبخات :

من الدراسة السابقة عن السبخات مورفولوچيتها وطبيعة تكوينها الچيولوچى، وظروف نشأتها وتطورها، يمكن القول أن أراضى السبخات لا تصلح للتوسع العمرانى نظراً لأنها أراضى رطبة تحتوى على نسبة عالية من الأملاح. ولكن يمكن إستخدامها فى حالة الضرورة القصوى؛ مع مراعاة أن يتم فحص التربة جيداً، ويتم تجريف الرواسب السطحية، ولابد من حفر بئر أو أكثر فى المناطق المجاورة لأراضى السبخات لشفط الماء الأرضى المتجمع فى التربة تحت السطحية Subsoil، وضمان جفافها جيداً، مع ضرورة إستخدام مواد عازلة عند وضع أساسات المبانى. أما فى حالة مد الطرق فلابد من تصميم الطرق بحيث تكون مرتفعة عن مستوى سطح أرض السبخة، حتى لا يتعرض الطريق لتأثير مياه السبخات والأملاح التى تحتويها.

التوسع الزراعي في أراضي السبخات :

وفقاً للعرض السابق عن طبيعة أراضى السبخات، يلاحظ أن أراضى السبخات الساحلية لا تصلح للإستصلاح الزراعى، نظراً لزيادة نسبة الملوحة بها، أما بالنسبة لأراضى السبخات الداخلية فيمكن زراعتها بأنواع معينة من النباتات؛ منها ما يلى:

١- نبات القطف Ariplixsp، وهو أحد نباتات المراعى المهمة التى تصلح لتغذية الحيوانات، ويتميز هذا النبات بأنه يتحمل درجات عالية من الملوحة وله القدرة على التخلص من الأملاح بإفرازها عن طريق تكوين حويصلات صغيرة مملوءة بالملح.

٢- نبات السمار Junxus، وهو نبات معمر يقاوم الملوحة والجفاف لدرجة كبيرة، وتصل زراعته فى معظم الأراضى الملحية والقلوية، وتستخدم أليافه فى صناعة أجود أنواع الورق، وتعد زراعة نبات السمار ذات عائد إقتصادى.

٣- نبات الرغل Antriplex Leucoclade، وهو نبات يقاوم الجفاف والملوحة، ويستخدم كنبات لرعى الأغنام والإبل، لأنه غنى بالعناصر الغذائية اللازمة، كما أنه يقاوم الجفاف والملوحة.

إستغلال السبخات كمصدر للعناصر الكيميائية:

تشير التحليلات الكيميائية للسبخات إلى أنها تتكون من ثلاث مكونات رئيسية، هى:

١- مياه مالحة عالية التركيز.

٢- مكونات صلبة قابلة للذوبان فى الماء، وهى كلوريد وكبريتات الصوديوم، والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم.

٣- مكونات صلبة غير قابلة للذوبان فى الماء، مثل كربونات الكالسيوم والمغنسيوم والسليكا (The Center of Reserches and Indestrial Development, 1973. p.26)

ويمكن الإستفادة من هذه المكونات الكيميائية بعد إستخلاصها من أراضى السبخات فى الكثير من الصناعات، مثل صناعة الأسمدة الكيميائية، الأصباغ، الأدوية. ويمكن الإستفادة من السليكا فى صناعة الزجاج، خاصة أن هذه المواد تترسب على سطح السبخات نتيجة للإرتفاع الشديد لدرجات الحرارة فى فصل الصيف. وفى الوقت الحاضر يستفاد من المتبخرات الملحية مثل أملاح الهاليت فى تصنيع ملح الطعام، ولهذا يوصى بدراسة المكونات الكيميائية للسبخات، وطرق استخراجها؛ للإستفادة منها.

الخـاتمـة

أوضحت دراسة سبخات السهل الساحلى لمدينة جدة أنها تغطى مساحة قدرها ٢٩,٥٩٥ كم، أى ما يعادل نحو ٧٪ من إجمالى مساحة السهل الساحلى للمدينة، وهى تمثل أحد أشكال السطح الرئيسية فى المنطقة موضوع الدراسة. ووفقاً لموقع السبخات وخصائصها تم تقسيمها إلى: سبخات ساحلية؛ وهى التى تتصل بمياه البحر عن طريق ممرات مائية ضيقة، وسبخات داخلية تقع بعيداً عن الساحل فى مصبات الأودية، وتتميز جميع السبخات بالمنطقة بإستواء سطحها، وينخفض معدل إنحدار السطح ليتراوح بين ١٥٠٠/١ و ٢٥٠٠/١ .

وأوضحت نتائج التحليل الحجمى لرواسب السبخات أنها تتكون من حصى ورمال وطمى، وبصفة عامة ترتفع نسبة الرمال بأحجامها المختلفة فى جميع السبخات، حيث تراوحت نسبة الرمال بين ٧٢,٦٪ و٩٩٪ من إجمالى وزن جميع العينات. وتراوح متوسط حجم رواسب السبخات بين ٠,٧١٣م و٢,٤٠٥م. ويشير هذا إلى إختلاف طبيعة تكوين السبخات وظروف نشأتها وفقاً لموقعها.

كذلك أشارت دراسة تصنيف الرواسب إلى الإختلاف فى قيمة معامل التصنيف، وهذا يدل على أن الرواسب المكونة للسبخات تنقسم إلى رواسب ذات أصل فيضى وأصل بحرى، ورواسب ذات أصل هوائى، وهذا يدل على أن المياه الجارية والرياح عاملان أساسيان فى تكوين اسبخات. وقد أيد هذا الرأى أيضاً الإختلاف فى قيم مقياس الإلتواء، وتحليل شكل رواسب السبخات.

وتبين من دراسة مورفولوچية سطح السبخات، عدم وجود تغيير واضح فى زوايا إنحدار السطح، ويرجع ذلك إلى صغر المدى الحرارى السنوى، وإرتفاع منسوب الماء الأرضى؛ الذى يؤدى إلى إرتفاع نسبة الرطوبة، وقيام مياه المد بعملية تسوية سطح السبخات أثناء حركتها من البحر وإليه. كما أشارت الدراسة إلى وجود بعض أشكال السطح الدقيقة على سطح السبخات مثل المضلعات الملحية، والتنهدات، والخنادق الطولية. والنباك.

وسطح السبخات فى منطقة الدراسة غير مستقر، حيث تختلف ملامح السطح نتيجة للتغير الفصلى فى درجات الحرارة، وتباين كميات الأمطار، وتغير منسوب الماء، إما نتيجة لحدوث موجات المد والجزر، أو تذبذب منسوب الماء الأرضى.

ولقد ساهم فى نشأة السبخات فى السهل الساحلى لمدينة جدة عدد من العوامل؛ منها: التكوين الچيولوچى والتضاريس، والظروف المناخية فى الماضى والحاضر، وحركة مياه البحر، وتغير منسوب الماء الأرضى.

وتبعاً لطبيعة أراضى السبخات تبين من الدراسة أنها لا تصلح للتوسع العمرانى ومد الطرق إلا بعد إجراء فحص جيد للتربة، وتجريف الرواسب السطحية، وحفر آبار فى الأراضى المجاورة لأراضى السبخات، وإستخدام مواد عازلة عند وضع أساسات المبانى. أما بالنسبة للتوسع الزراعى، فيمكن فى أراضى السبخات الداخلية التى تقل فيها نسبة الأملاح عن السبخات الساحلية، ويمكن زراعة نباتات معينة تستطيع تحمل الأملاح تصلح كنباتات لرعى الأغنام والإبل. كما يمكن الإستفادة من السبخات عن طريق إستخراج المكونات الكيميائية التى تدخل فى تركيبها؛ للإستفادة منها فى العديد من الصناعات.

مراجع البحث

أولاً المراجع العربية :

١ - أبو العينين، حسن سيد أحمد (١٩٧٦) :

«أصول الجيومورفولوچيا»، دار الثقافة الجامعية، الإسكندرية.

٢ - ____________ (١٩٨٩) :

«السهول الساحلية فيما بين رأسى دبا وخور كلبا على الساحل الشرقى لدولة الإمارات العربية المتحدة»، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، فبراير.

٣ - إسماعيل، أحمد على، (١٩٧٨) :

«دراسات فى جغرافية المدن» الطبعة الأولى، مكتبة سعيد رأفت، القاهرة.

٤ - الحمدان، فاطمة عبد العزيز (١٤١٠هـ-١٩٩٠م) :

«مدينة جدة»، الطبعة الأولى، دار المجتمع للنشر والتوزيع، جدة.

٥ - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، (١٩٧٨) :

«دولة الإمارات العربية المتحدة: دراسة مسحية شاملة»، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة.

٦ - الرويثى، محمد أحمد، (١٩٨٣) :

«الموانى السعودية على البحر الأحمر، دراسة فى الجغرافيا الإقتصادية»، الطبعة الأولى، مؤسسة الرسالة، جدة.

٧ - بكر، سيد عبد المجيد، (١٤٠٨هـ) :

«تطور الخدمات الترويحية بمدنية جدة»، بحث محكم رقم ٤٠٦٠٢٧، كلية الآداب والعلوم الإنسانية.

٨ - سليم، محمد صبرى محسوب، (١٩٩١) :

«چيومورفولوچية السواحل»، القاهرة.

٩- عاشور، محمد، وآخرون (١٩٩١):

«السبخات فى شبه جزيرة قطر: دراسة چيومورفولوچية- چيولوچية- حيوية» جامعة قطر، الدوحة.

١٠- فايد، يوسف عبد المجيد، (١٤٠٢هـ):

«مناخ مدينة جدة»، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، المجلد الثانى، جدة.

١١- تونى، يوسف، (١٩٧٧):

معجم المصطلحات: الجغرافية، دار الفكر العربى، القاهرة.

ثانياً : المراجع الأجنبية :

1- Al Jerash, M.A., (1989):

"Data For Climatic Water Balance In Saudia Arabia (1970-1986): "Sci. Pub. Cent. King Abdu-El Aziz. Univ. Jeddah.

2- Ashraf, W., A.W. Sanâa And A., Taher, (1986):

"On Some Supratidal Features, Ras Shukeir. Coastal Sabkha, Red Sea. Egypt.," E.G.P.S. Eighth Exploration Conference Century of First Oil Well. November.

3- Bahairy, A.K.A.O Durgaprada, And A., El Shater, (1991):

"A Siliciclastic Coastal Sabkha, Red Sea Coast.," Saudi Arabia, J.K. A.U. Mar. Sci., Vol.2.

4- Coleman, R.G., (1970-1975):

"Geologic Background of The Red Sea," Red Sea Research, Mineral Resources Bull. 22.E.

5- David, A.R., And J., Schlee, (1970-1975):

"Shallow Structure and Géologic Development of the Southern Red Sea." Red Sea Research, Mineral Resources Bulletin. 22E.

6- David. B., (1977):

"Sediments: Sources and Methods in Geography". First Pub., London.

7- El Abd, Y.L, and M.B., Awad, (1991):

"Evaporitic Sediment Distributions In El Kharra Sabkha, West Red Sea Coast. of Soudi Arabia, as Revealed from Electric Sounding". Mar. Geol.

8- Gat, J.R., and Y., Levy, (1978):

"Isotope Hydrology of Inland Sabkhas In the Bardawil Area, Sinai" Linmol Oceanogr, V. 23. No.5.

9- Gavish, E., (1974):

Geochemistry and Mineralogy of Recent Sabkhas Along the Coast of Sinai, Gulf of Suez Sediemnt, Nld. V. 21. No.5.

10- Khedr, E.S., (1929):

"Recent Coastal Sabkhas. form the Red Sea of Sabkhaization," Egypt. J. Geol, Cairo, V.33, No.1-2.

11- Krumbein, W.C., (1937):

"The Probable Error of Sampling" Sediments of Mechanical analysis, Amer. Jour. Soc. Vol. 27.

12- Kushnir, J., (1980):

"Correcipitation of Sea Water Cations with Gypsum In A Recent Sea. Marginal Sabkhas," Alberta. Res. Council, B.R.G.M.

13- Levy, Y., (1980):

"Evaporitic Environments In Northern Sinai", Nld, Amsterdam.

14- Long, D.T., W.B., Lyons, And H.E., Gaudette, (1985):

"Trace Metal Concentrations In Modern Marine Sabkhas", Chem Ceal, Nld., V.53. No. 3-4.

15- Moore, T.A., And M.H., Rehaili, (1989):

"Geologic Map of the Makah Quadrangle" Kingdom of Saudi Arabia. M.P.M.R.

16- Pallister, J.S., (1986):

"Explanatory Notes to the Geologic Map of the Al Lith Quadrangle". Sheet 20 D. King of Saudia Arabia. M.P.M.R.

17- Skmiba. W.J and others, (1977):

"Geology of the Jeddah-Makah Area, (21-39). Kingdom of Saudia Arabia, General of Mineral Resources.

18- The Center of researches and Industrial Development (1973):

A Study of Salt Industry In The Kingdom". C.R.J.P.

19- Trask, M.R., (1930):

Mechanical Analysis of Sediments By Centrifuge", Jour. Geol. Vol. 25.

20- Wali, A.M., A.M., Abu-Khadra, and M.H. Mousa, (1991):

"Recent Sabkhas of Ayun Musa and El Shatt. Sinai, Egypt". Jllus. V.6. No1.

21- Yousef, E.A.A., (1989):

"Geology and Genesis of Sulfur Deposits of Ras Gemsa area, Red sea Coast, Egypt", Geology, Boulder, U.S.A. V.17. No.9.



البحث السابع

أنماط المجاري المائية في حوض وادي فاطمة

القسم الغربي من المملكة العربية السعودية

دراسة جيومورفولوجية

المجلة الجغرافية العرابية، العدد الثاني والثلاثون، الجزء، ١٩٩٨



أنماط المجاري المائية في حوض وادي فاطمة

المملكة العربية السعودية: دراسة جيومورفولوجية

المقدمة:

تعتبر دراسة أنماط المجارى المائية من الدراسات العامة فى مجال الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية لما لها من أثر واضح على طبيعة الإستخدام الإقتصادى داخل أحواض الأودية، وتوزيع مراكز الإستقرار البشرى، وتحديد مناطق تجمع المياه الجوفية، وعند إقامة مشاريع الرى والصرف، ووضع الحلول المناسبة للحد من الأخطار الطبيعية التى قد يتعرض لها سكان الأودية فى النطاقات الجافة.

ولقد أوضحت الدراسات التى تمت فى هذا المجال اختلاف أنماط المجارى المائية من حوض نهرى إلى حوض آخر، بل إنها تختلف داخل الحوض الواحد. وقد عرف ليوبولد وآخرون أنماط المجارى المائية بأنها الهيئة التى يظهر بها شكل المجرى كما تظهر فى الصور الجوية أو على الخرائط المصورة (Leopold, et al, 1964, p.368).

يهتم هذا البحث بدراسة أنماط المجارى المائية فى حوض وادى فاطمة، وتهدف هذه الدراسة إلى:

١ - دراسة أنماط المجارى المائية فى حوض وادى فاطمة للتعرف على الخصائص الجيومورفولوجية لهذا الوادى وروافده وإلقاء الضوء على أشكالها.

٢ - دراسة العوامل المؤثرة فى نشأة وتشكيل أنماط المجارى المائية فى الحوض موضوع الدراسة.

٣- معرفة تأثير أنماط المجارى المائية على العمليات الجيومورفولوجية السائدة فى حوض وادى فاطمة.

٤- تحديد أثر التكوين الجيولوجى والبنية الجيولوجية فى تحديد نمط المجرى النهرى.

٥- دراسة العلاقة بين نمط المجرى النهرى وطبيعة الإستخدام الإقتصادى داخل الوادى وتوزيع مراكز الإستقرار البشرى.

موقع منطقة الدراسة :

يقع وادى فاطمة فى القسم الغربى من المملكة العربية السعودية، يحده غرباً خط طول ١٥َ ٣٩ْ شرقاً، ومن جهة الشرق ٣٠َ ٤٠ْ شرقاً، ويحده من جهة الشمال خط عرض ٢٢ْ شمالاً، ومن جهة الجنوب خط عرض ١٥َ ٢١ْ شمالاً شكل (٦٠). وينبع وادى فاطمة من سفوح جبال السروات ويتبع محور شمالى شرقى جنوبى غربى حتى يصب فى البحر الأحمر جنوب مدينة جدة، ويحده جنوباً سلسلة من مرتفعات الحجاز تمثل خط تقسيم المياه بين الأودية المنحدرة نحو الطائف ومنابع وادى اليمانية، ثم المرتفعات التى تقع شمال مكة المكرمة، ويحده غرباً البحر الأحمر وشرقاً سلسلة جبال السروات.

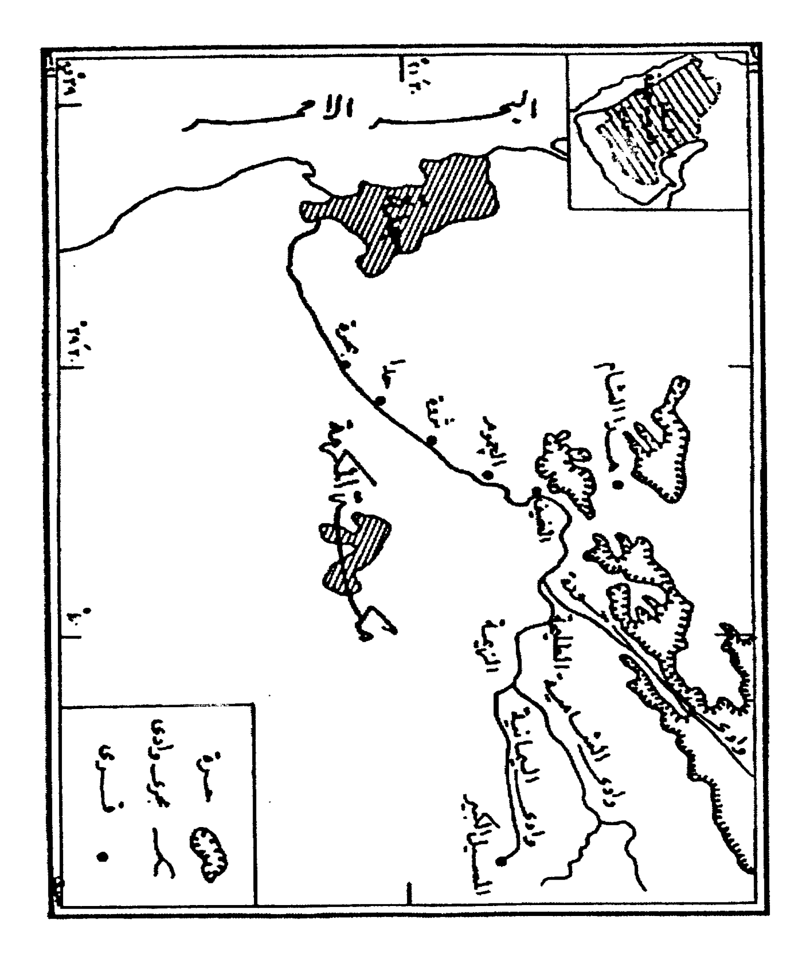
تبلغ إجمالى مساحة حوض تصريف وادى فاطمة الكلية ٤٦٥٠كم٢، ويبلغ طول المجرى الرئيسى للوادى ١٧٥كم (Ibrahim, 1980, p.111) ولوادى فاطمة عدة روافد تغذية منها ثلاث روافد رئيسية فى منطقة المنابع هى وادى اليمانية، وادى الشامية، وادى حورة. وهى على مناسيب تزيد عن ١٥٠٠ متر فوق منسوب سطح البحر.

التكوين الجيولوجي:

يمكن تقسيم التكوينات الجيولوجية فى وادى فاطمة على النحو التالى:

١- تكوينات ما قبل الكمبري:

ينتمى ٦٥٪ من التركيب الصخرى لوادى فاطمة لهذه الفترة وتعرف بتكوينات وادى فاطمة Wadi Fatma formation، وهى صخور نارية ومتحولة من الجرانيت والسينوجرانيت، والجرانوديوريت والديوريت والكوارتز والفلسبار والشست والبيوتيت والامفولبيت، والكوارتز ديوريت وتغطى هذه التكوينات منطقة منابع وادى فاطمة وتعرف هذه التكوينات بأسماء محلية مثل تكوين المضيق (صورة رقم٢٩)، الجموم، باقر، شوباريم وضاف شكل (٦١) (Moor & Rehaili, 1989, p.20).



شكل (٦٠)

موقع حوض وادى فاطمة

٢- تكوينات الزمن الثالث:

وتشمل تكوين الشميسى وينكشف على طول الجانب الغربى لوادى الشميسى، ويمتد بشكل متقطع تحت حقول اللافا، والتى ترجع للزمن الثالث، وتتكون من صخور رملية وكونجلوميريت فى الوحدة السفلى، ومن أوليت وعروق حديد فى الوحدة الوسطى، أما الوحدة العليا فتحتوى على طفل وصخور وحفريات قارية وبحيرية وبحرية.(الوليعى، ١٩٩٦، ص٥٥). ويعود هذا التكوين إلى عصر الأوليجوسين. كذلك ينتمى تكوين هدا الشام المتكون من حجر رملى وحجر طفلى وتكوينات الحرات إلى عصر الأوليجوسين، وهى تتكون من حمم بازلتية. وتميزها بمنطقة الدراسة حرة رهط، حرة النهامية وحرة يوجافا. (صورة رقم ٣٠).

٣- تكوينات الزمن الرابع:

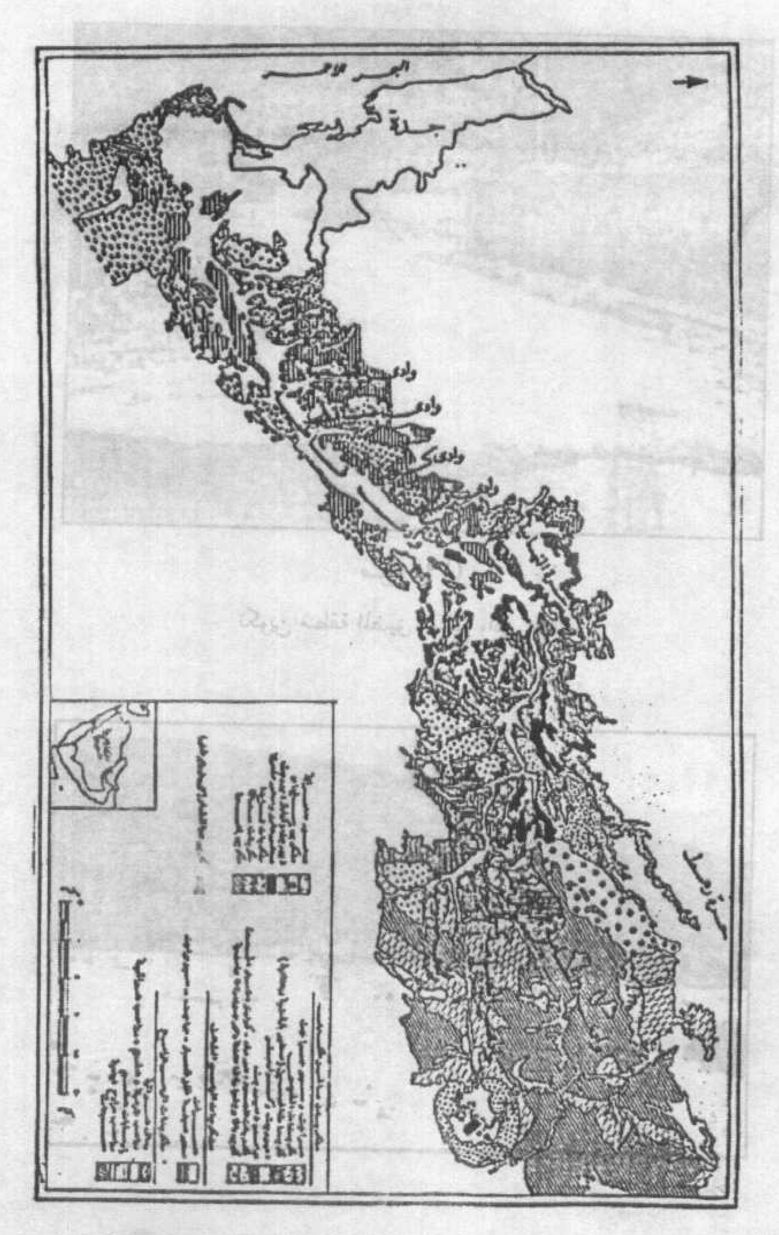
تمتد من قاع الوادى ومنطقة المصب، وهى تكوينات من الطمى والهشيم ورواسب هوائية نهرية ورواسب الوادى المكونة من الرمال والحصى ورواسب الهشيم ورواسب المراوح الفيضية، وتتكون من الرمال والحصى ورواسب المدرجات النهرية. (Moor & Rehaili, 1989, pp.. 46-47).

البنية الجيولوجية:

تأثرت منطقة الدراسة نظراً لقربها من البحر الأحمر بالصدوع المكونة له، وما تلى ذلك من تجدد للحركات على هذه الصدوع، فتكونت الصدوع الأقليمية والمحلية الموازية لصدوع تكوين البحر الأحمر، وهى صدوع خليج العقبة – البحر الميت– نهر الأردن، وصدوع تكوين خليج عدن التى تسببت فى تكوين صدوع إقليمية ومحلية متوازية فى المنطقة، وتتخذ الصدوع فى منطقة الدراسة اتجاهات مختلفة منها:

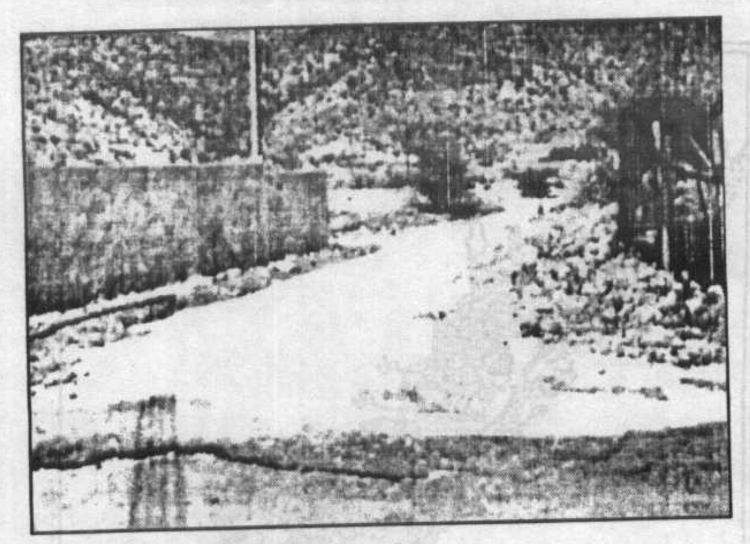
١– صدوع إقليمية شمالية غربية مثل صدع الكور– شميسى، صدع فاج الكريم، صدع الحسينية. (صورة ٣١).

٢– صدوع إقليمية شمالية شرقية مثل صدع العقبة.



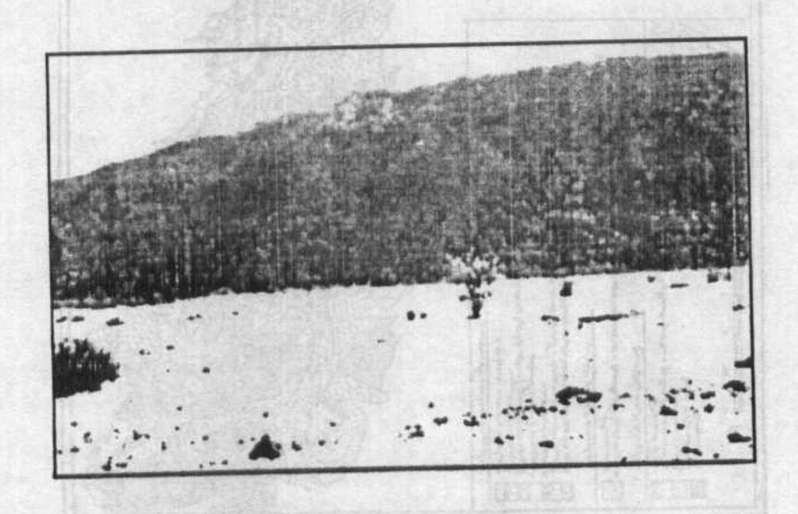
شكل (٦١)

التكوينات الجيولوجية فى وادى فاطمة



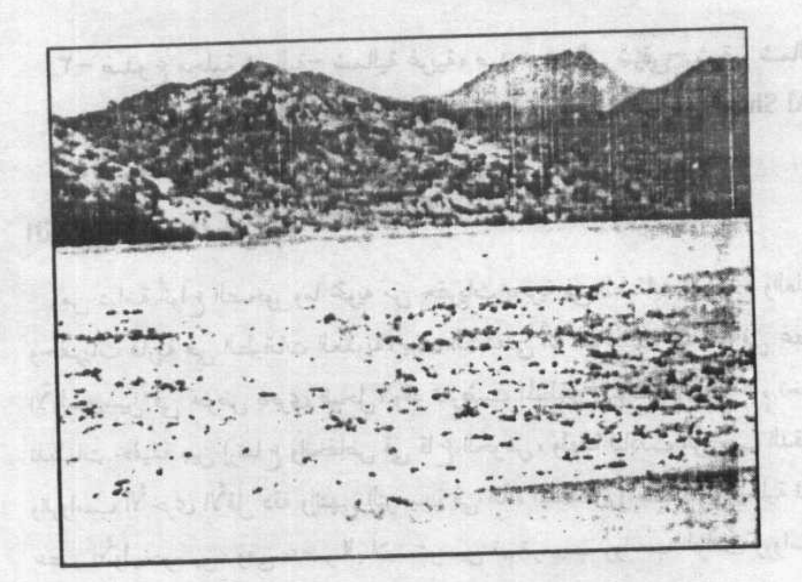
صورة (٢٩)

تكوين منطقة المضيق، منابع وادى فاطمة



صورة (٣٠)

تكوين حرة النهامية ويرجع إلي عصر الأوليجوسين



صورة (٣١)

صدع فاج



صورة (٣٢)

نظم الفواصل فى السفح الشمالى لوادى فاطمة

٣- صدوع محلية شمالية- شمالية غربية، صدع شمالى شرقى- شرقى شمالى شرقى، صدوع شمالية غربية وصدوع غربية- شمالية غربية. (Al Shanti, 1966, p.24-27).

التاريخ الجيولوجي:

من دراسة أنواع الصخور وما تحويه من حفريات بحرية فى الطبقات السفلى والعليا، وحفريات قارية فى الطبقات العلوية، يرى الشنطى أن الترسيب قد بدأ فى عصر الأوليجوسين فى حوض بحرى ضحل، وقد تعرضت المنطقة لهبوط تدريجى عام تخلله تذبذبات خفيفة بين إرتفاع وإنخفاض فى قاع الحوض، ولهذا تبادلت الرواسب الدقيقة والرواسب الأخرى الأقل دقة وإنتهى الترسيب فى هذه المنطقة برواسب قارية محلية تتبع عصر الأوليجوسين، وفى عصر البلايستوسين تم ترسيب رواسب الوادى ورواسب المدرجات النهرية والمراوح الفيضية والرواسب النهرية والهوائية. (Ibid. p.36).

خصائص سطح الوادي:

يبلغ منسوب أرض الوادى بصفة عامة ٤٠٠متر فوق منسوب سطح البحر، ويحيط بالوادى مجموعة من الجبال يتراوح ارتفاعها ما بين ٤٠٠ إلى ٨٠٠ متر من أهمها جبل أبو غارة ٦٢٠م، وجبل مكسر ٧٧١م، وجبل ضاف ٦٠٠م، وجبل شلوه٦٢٠م، وبعض التلال المنخفضة المنسوب والحرات وأهمها حرة رهط٧٠٠م، حرة الدنون ٥٦٠م، حرة النهامية ٤٠٠م. وعلى الجانب الأيمن للسهل الفيضى للوادى تمتد المراوح الفيضية عند أقدام سفوح السلاسل الجبلية فى شكل رصيف (سهول بهادا) ويقل إنحدارها تدريجياً حتى تنخفض مع رواسب السهل الفيضى للوادى. ويتكون الجانب الأيسر للوادى من رواسب رملية وإنحداره أقل من الجانب الأيمن ويمكن تقسيم المجرى الرئيسى لوادى فاطمة إلى ثلاث أقسام رئيسية هى:

١- القسم الأعلى من وادى فاطمة يمتد هذا القسم لمسافة ٤٠كم بمتوسط إنحدار قدره ١/١٦٠م وهو يمتد على شكل مجرى متفرع من الشرق إلى الغرب ويشق مجراه فى صخور ما قبل الكمبرى ولا يزيد عرض الوادى عن ١ كم ويرى بوتزر

Butzer أن مثل هذه الأودية قد حفرت خلال الفترات المطيرة. Ibrahim.) .1980, p.116)

ويرى إبراهيم (Ibid. p.118) من خلال دراسته الحقلية أن هذا الجزء من مجرى الوادى قد نشأ بفعل نحت نهرى عادى إرتبط بخطوط بنيوية.

٢- القسم الأوسط من وادى فاطمة. وقد تأثر هذا الجزء من المجرى بالحركات التكتونية حيث إرتبط بوجود إنكسار أخدودى متوسط عرضه يتراوح بين ٢-٤ كم ويتقطع الجانب الغربى من الواى إلى كتلة جبلية يفصل بينها أودية أخدودية Rift Valleys ويبلغ معدل إنحدار الوادى فى هذا القسم ١/ ٢٧٠م .(Ibid. p.120)

٣- القسم الأدنى من وادى فاطمة وهو يمثل منطقة مصب الوادى جنوب مدينة جدة، حيث يوجد سهل يبلغ عرضه ٢٥ كم.

مناخ الوادي :

يوجد تنوع فى عناصر المناخ فى الوادى نظراً لوجود منطقتين تضاريسيتين، تمثلهما الكتل الجبلية المرتفعة «سفوح جوانب الوادى»، والأرض السهلية «بطن الوادى ومنطقة المصب» ولكن بصفة عامة يقع الوادى ضمن الأقليم المدارى الجاف، ويتعرض لتأثيرات مناطق تتباين درجة حرارتها من فصل إلى آخر، وهى تأثيرات مناخ البحر المتوسط فى الشمال، والمناخ الموسمى فى الجنوب. (إسماعيل والحسينى، ١٩٧٦، ص١٥). من حيث درجات الحرارة تختلف درجات الحرارة نظراً لإختلاف الإرتفاع عن سطح البحر والبعد عن ساحل البحر، فمتوسط درجات الحرارة فى المنطقة السهلية يصل إلى ٢٣°م فى يناير و٣٢°م فى يوليه. بينما يصل المتوسط السنوى فى المنطقة الجبلية ١٠° فى يناير و٢٤° فى يوليه. وتتراوح الرطوبة النسبية بين ٥٠٪ و٧٠٪ فى السهل الساحلى، وتتراوح بين ٢٠٪ و٦٠٪ فى إقليم المرتفعات. وتقدر معدلات التبخر بنحو ٢,٥م سنوياً. (المرجع السابق، ص١٥).

من حيث الأمطار تتميز بسمات الأمطار الصحراوية، ومن خصائصها عدم الإنتظام

من حيث مقدار الكمية أو موعد السقوط ولا يرتبط موعد سقوط المطر بشهر المطر فى شهر مارس (٣٦,٨مم)، وتراوحت كمية المطر خلال الفترة من ١٩٧٠ إلى ١٩٨٦ بين (٩١,٢مم و٢٩٩٥مم) وسقطت أعلى كمية مطر فى عام ١٩٧١(٢٠٨مم) فى شهر مارس. (Eljarash, 1989. p.263).

تراوحت كمية الأمطار فى مدينة جدة فى نفس الفترة بين ٤,٣مم و١٢٤,٥مم، وسقطت أعلى كمية مطر فى شهر يناير عام ١٩٧٩ وكانت ١١٧,٦مم. (Ibid. p.257).

أنماط الأودية في حوض وادي فاطمة :

Channel Patterns in Wadi Fatma Basin

من دراسة الخرائط الجغرافية والجيولوجية مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ والصور الجوية والخرائط المصورة مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ لوادى فاطمة تبين أن أنماط الأودية فى حوض وادى فاطمة تنقسم إلى ثلاثة أنماط رئيسية هى النمط المستقيم، النمط المتعرج، والنمط المنعطف، وفيما يلى دراسة عن كل نمط منهم.

١- النمط المستقيم Straight Pattern:

عرف كل من جريجورى ووالنج النمط المستقطم بأنه مجرى مستقيماً لمسافة تزيد عن متوسط عرضه عشر مرات. (Gregory & Walling, 1976, p.247) ولما كان هذا نادر الوجود فى الطبيعة لتداخل العديد من العوامل المؤثرة على شكل الوادى فإن ما تم قياسه من أودية مستقيمة لا تمثل نمطاً سائداً، ولا توجد أودية مستقيمة تبعاً لهذا المعيار من المنبع إلى المصب، ولهذا كانت الإستقامة لا تمثل إلا جزءاً من قطاع الوادى. ولقد تم إختيار عدد ١٠ عينات فى أماكن مختلفة من الحوض موضوع الدراسة وقع عليها القياس وقد تم إتباع طريقة ميلر Muller (Ibid, p.50) لقياس معدل المجرى بإستخدام المعادلة التالية:

$$\text{معدل المجرى Channel Index} = \frac{\text{طول المجرى}}{\text{أقصر مسافة بين المنبع والمصب}} = \frac{\text{ط . ف}}{\text{ط . م}}$$

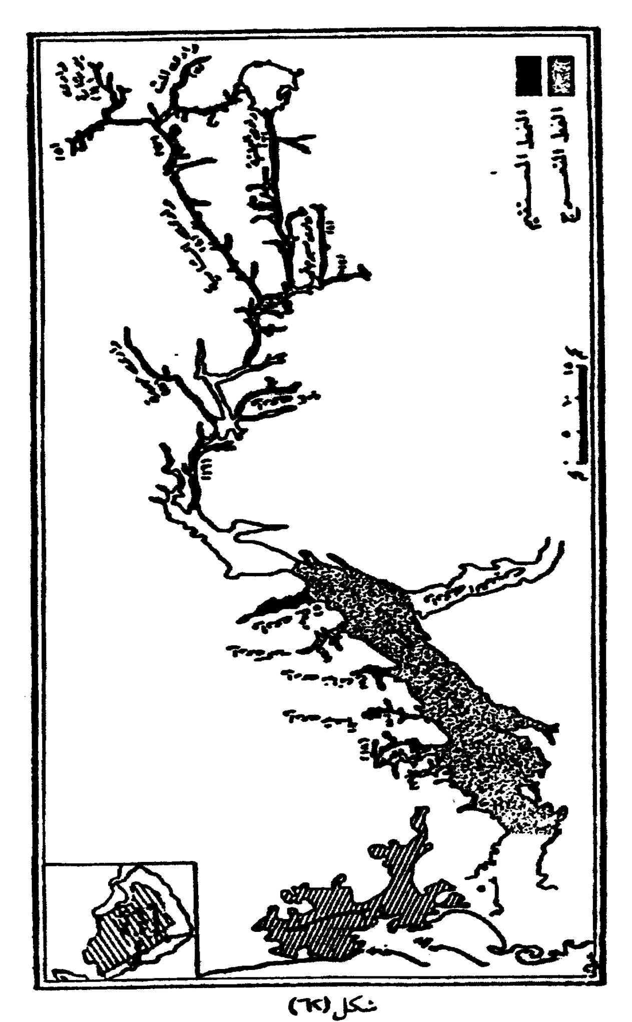
فإذا كان ناتج المعادلة يساوى (١)، أى يتساوى طول الوادى مع الطول المستقيم فى مسافة لا تقل عن متوسط عرض الوادى عشر مرات يعرف الوادى فى هذه الحالة بالنمط المستقيم.

ويوضح الجدول التالى نتائج قياس النمط المستقيم لوادى فاطمة شكل (٦٢)

جدول (١) : نتائج قياس النمط المستقيم لروافد وادي فاطمة

يتضح من الجدول السابق مايلى:

موقع المجري	رقم العينة	طول المجري (كم) ط.ف	الطول المستقيم (كم) ط.م	متوسط العرض م.ع	معدل التعرج	ط.ف / م.ع
وادى صبوحة (منابع الوادى)	١	١١,٢٥	١١,٢٥	٠,٢٥	١	٤٥
منابع وادى فاطمة من الجنوب	٢	٦,٢٥	٦,٢٥	١,٠٠	١	٦,٢٥
الجزء الأوسط من وادى اليمانية	٣	٢٦,٢٥	٢٦,٢٥	١,٢٥	١	٢١,٠٠
الجزء الأوسط من وادى الشامية	٤	٢٢,٥	٢٢,٥	١,٠٠	١	٢٢,٥
منابع الشامية من جهة الشمال	٥	١٢,٢٥	١٢,٢٥	١,٢٥	١	٩,٨
منابع الشامية من الجنوب	٦	٩,٧٥	٩,٧٥	٠,٧٥	١	١٣,٠٠
وادى تاب	٧	١٠,٠٠	١٠,٠٠	٠,٢٥	١	٤
وادى فج	٨	٩,٧٥	٩,٧٥	٠,٨٨	١	١١,٠٨
وادى ضاف	٩	٧,٢٥	٧,٢٥	١,٢٥	١	٥,٨
وادى شعبة	١٠	٨,٣٠	٨,٣٠	٠,٥٠	١	١٦,٦



شكل(٦٢)

أنماط المجارى المائية فى وادى فاطمة

١- يمثل إجمالى طول العينات التى تم قياسها ١٢٣,٥٥كم.

٢- من دراسة العلاقة بين نمط المجرى المستقيم ونوع التكوينات الچيولوچية شكل ٢، ٣ تبين أن مجارى النمط المستقيم تشق طريقها عبر تكوينات نارية ومتحولة من صخور التونوليت، الجرانوديوريت ومونزوجرانيت والهورنبلند والبيوتيت والجابرو، وتعرف هذه التكوينات بأسماء محلية مثل تكوين الشامية وجعرانة والمضيق. ويمثل ذلك العينات من رقم (١) إلى رقم (٧) وهى التى تقع جميعها فى الجزء العلوى من مجرى الوادى.

أما مجموعة الأودية من رقم (٨) إلى رقم (١٠) والتى تقع فى القطاع الأوسط من مجرى الوادى تشق طريقها عبر تكوينات فاطمة وضاف وشوباريم، وهى تكوينات من البريشيا والبازلت والحجر الجيرى والريوليت، وتنتمى إلى الزمن الثالث. ومعنى ذلك وجود إرتباط بين نوع التكوينات الچيولوچية الصلبة ووجود النمط المستقيم.

٣- يلاحظ وجود علاقة ارتباط بين وجود النمط المستقيم وخطوط الصدوع الرئيسية بالمنطقة سواء كانت الصدوع الإقليمية أو المحلية والتى تتبع محاور شمالية غربية جنوبية شرقية. شمالية جنوبية، صدوع شمالية شرقية- جنوبية غربية، صدوع تتبع محور شمال الشمال الغربى- جنوب الجنوب الشرقى.

٤- من حساب قيمة معامل الإرتباط بين متوسط عرض الوادى وطول الجزء المستقيم تبين عدم وجود علاقة ارتباط فيما بينهما حيث كانت قيمة معامل الإرتباط ٠,٣٦٠.

٥- من دراسة توزيع مراكز الإستقرار البشرى فى روافد وادى فاطمة ذات النمط المستقيم يلاحظ شبه إنعدام وجود مراكز للإستقرار البشرى فى هذه الروافد بإستثناء وادى الشامية ووادى اليمانية.

٢- النمط المتعرج Sinuous Pattern:

يعرف المجرى بأنه من النمط المتعرج فى حالة زيادة الطول الفعلى للمجرى عن الطول المستقيم، على أن تقل هذه الزيادة التى تعرف بمقياس التعرج Sinuousity

Index عن ١,٥ مرة. ولقد عرف ليوبولد تعرج المجرى Channel Sinuousity بـأنـه نسبة توجد بين المجرى المتعرج وطول الوادى تساوى أو تقل عن ١,٥ مرة (Leopold, et. al.. 1964. p.296) ويمكن حساب قيمة مقياس التعرج بإستخدام معادلة ميللر السابق الإشارة إليها. ·

من دراسة الصور الجوية والخرائط الچيولوچية والجغرافية لوادى فاطمة تبين وجود هذا النمط فى عدد من روافد وادى فاطمة وفى قطاعات من المجرى الرئيسى أيضاً لوادى فاطمة كما هو موضح فى شكل(٦٢) جدول رقم (٢).

جدول (٢)

مقياس التعرج لعدد من روافد وقطاعات من مجري وادي فاطمة

يتضح من الجدول السابق ما يلى:

رقم العينة	الموقع	الطول الفعلى	الطول المستقيم	مقياس التعرج	متوسط عرض الوادى
١١	وادى يوشارة رافد وادى الشامية	٩,٧٥	٨,٧٥	١,١١٤	٠,٥٠
١٢	وادى المث رافد وادى الشامية	٩,٧٥	٩,٢٥	١,٠٥٤	٠,٢٥
١٣	المجري الأعلي لوادى الشامية	٩,١٢	٨,٧٥	١,٠٤٢	٠,٧٥
١٤	قطاع من المجري الأعلي لوادى فاطمة	١٣,٧٥	١١,٢٥	١,٢٢٢	١,٢٥
١٥	وادى حورة	٢٢,٥	٢٠,٥٠	١,٠٩٨	٠,٥٢٥
١٦	قطاع من مجري وادى فاطمة فيما بين حرة الدنون وحرة يوجافا	١٤,٢٥٠	١٢,٢٥٠	١,١٦٣	٠,٦٢٥
١٧	وادى كور	٨,٧٥٠	٧,٥٠	١,١٦٧	١,٠٧٥
١٨	رافد شمالى لوادى فاطمة	١١,٠٠	٧,٧٥٠	١,٤١٩	٠,٥٥
١٩	رافد شمالى لوادى فاطمة	٩,٢٥٠	٧,٥٠	١,٢٣٣	٠,٦٠
٢٠	القطاع الأدني من مجري وادى فاطمة	٥٢,٢٥	٥١,٢٥	١,٠١٩	٨,٠٠

١- يتراوح معدل التعرج بين ١,٠١٩ و١,٤١٩ .

٢- يوجد علاقة ارتباط بين معدل التعرج ودرجة الإنحدار حيث كانت قيمة معامل الإرتباط ٠,٨٥٧ ومستوى الدلالة الإحصائية ٩٨٪ ومعنى ذلك ارتفاع معدل التعرج مع زيادة درجة الإنحدار فى الأودية موضوع الدراسة بينما يقل معدل التعرج فى الأودية المنخفضة الإنحدار.

٣- لا توجد علاقة ارتباط واضحة بين وجود النمط المتعرج ونوع التكوينات الجيولوجية أو البنية الجيولوجية أو المرحلة الجيومورفولوجية التى يمر بها الوادى.

٤- لا توجد علاقة ارتباط بين معدل التعرج وطول الأودية.

٥- لا توجد علاقة بين معدل التعرج ومتوسط عرض الوادى.

٦- لا توجد علاقة بين النمط المتعرج وتوزيع المراكز العمرانية.

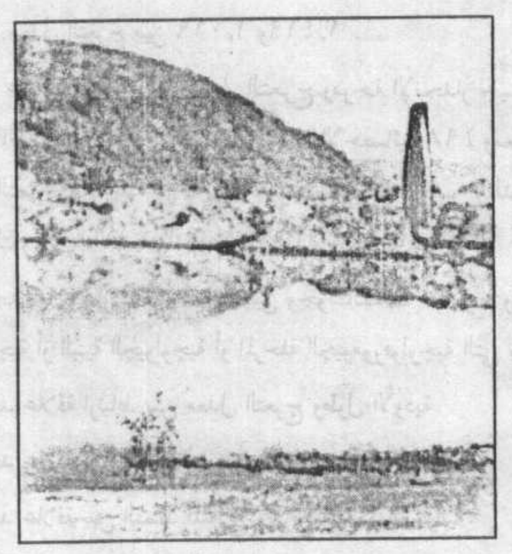
ويمكن إيضاح أسباب تعرج الأودية فى روافد وادى فاطمة أو قطاعات معينة من المجرى الرئيسى على النحو التالى:

١- يرى ليوبولد (Leopold, 1964, p.282) أن الأودية التى تتميز بوجد البرك والأكــوام Pools and Riffels تتميز بسيادة عملية النحت السريع والإرساب البطئ وبذلك يؤثر شكل قاع المجرى فى تعرج الوادى. صورة رقم (٣٣).

٢- يرى كل من كوك وورن أن تأثير عمليات الجريان السيلى الحالية فى الصحارى تعمل على تعديل قيعان الأودية فقط وإن إحتمال إمتداد تأثيرها للجوانب يعتبر أمر مشكوك فيه، وهما يريان أن المياه فى مجارى المناطق الجافة غالباً ما تغطى قيعان الأودية أثناء الجريان وأنها لا تغرق ضفتى الوادى (Cook & Warren, p.164).

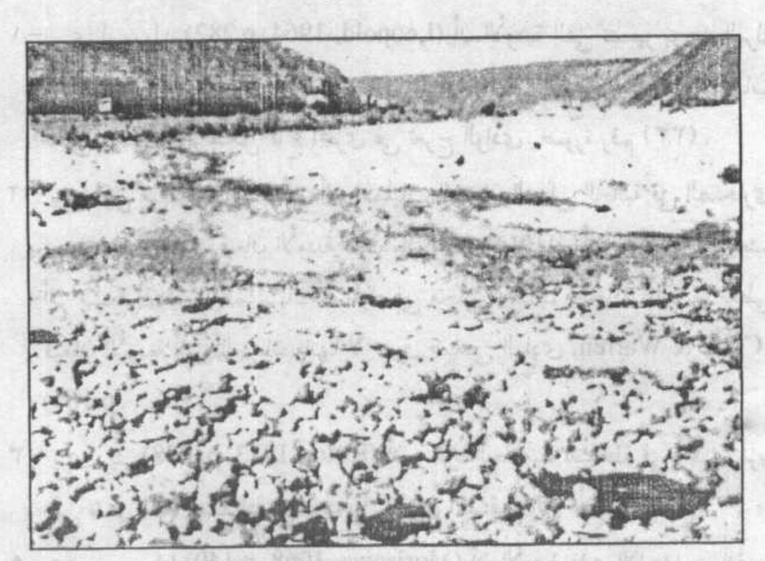
٣- يرى ريتر (Ritter, 1973, p. 238) أن وجود الجلاميد الساقطة فى المجرى تؤثر على تدفق المياه فيبدأ التعرج، ويتحول المجرى المستقيم إلى مجرى متعرج.

٤- ترى موريساوا (Morisawa, 1968, p.140) أن الأودية ذات الإنحدارت القوية غالباً ما تحاول إطالة مجاريها لإختزال هذا الإنحدار، ويتم ذلك عن طريق تعرج الأودية.



صورة (٣٣)

البرك فى مجرى وادى فاطمة فى القطاع الأوسط من مجرى الوادى



صورة (٣٤)

ثنية نهرية فى منطقة الروضة الشمالية

وبتطبيق الآراء السابقة على وادى فاطمة وروافده يمكن القول أن تعرج المجرى الرئيسى وروافده، يرجع إلى وجود البرك والأكوام ووجود الجلاميد الساقطة فى القطاع الأوسط والأدنى من المجرى وروافده.

٣- النمط المنعطف Meandering Pattern:

يعتبر نمط المجرى نمط منعطف إذا زاد الطول الفعلى للمجري عن الطول المستقيم بمقدار ١,٥ مرة. (Chorley. 1977. p. 421).

ولدراسة النمط المنعطف فى وادى فاطمة تم اختيار ثمانية عينات من منعطفات الأودية وتم قياس الأبعاد الآتية:

١- طول المنعطف أو طول الموجة **Wave Length** وهو يمثل الطول الفعلى للوادى من بداية المنعطف إلي نهايته ويتم قياسه فى خط وهمى وسط الوادى.

٢- طول المحور أو طول الموجة المحورى **Axial Wave Length** وهو عبارة عن خط مستقيم يمثل محور المنعطف.

٣- عرض المنعطف «سعة الموجة» **Amplitude** وهو يمثل أقصي عرض للمنعطف ويقاس عمودياً.

٤- نصف قطر التقوس **Radius of Curvature** ويتم قياسه علي أساس عدد من الخطوط العمودية علي طول المنعطف وذلك فى عدد من النقاط الموقعة علي مسافات معينة علي الخط الوهمى المار بوسط الوادى، ومن التقاء هذه الخطوط فى نقطة خارج الوادى تمثل المركز المتوسط يتم قياس نصف القطر.

٥- متووسط عرض المجري.

٦- معدل تقوس المنعطف ويتم استخراجه من قسمة طول المنعطف على طول محوره، وقد تم قياس أبعاد المنعطفات فى مجري وادى فاطمة وروافده من الصور الجوية مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠ شكل (٦٣). ويوضح الجدول رقم (٣) أبعاد المنعطفات موضوع الدراسة.

جدول (٣) أبعاد المنعطفات في وادي فاطمة وروافده

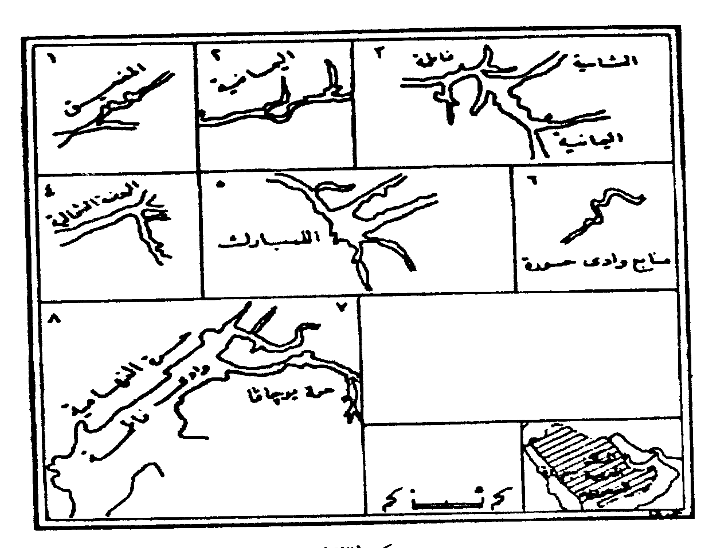
موقع المنعطفات	طول المنعطف	طول المحور	معدل التقوس	عرض المنعطف	نصف قطر التقوس	متوسط عرض الوادى
منطقة المضيق	٤,١٢١	١,٥٢٠	٢,٧١١	٠,٧٥٥	٠,٢٥٦	٠,٥٣٠
وادى اليمانية	٤,٥٠٢	١,٠٥١١	٢,٩٧٩	١,١٢٥	٠,٢٧٥	٠,٢٧٢
وادى فاطمة عند التقاء الشامية واليمانية	١٣,١٥٥	٨,٥٠٢	١,٥٤٧	٢,٧٥٣	١,٥٢٢	١,٢٥٣
وادى فاطمة منطقة الروضة الشمالية	١٣,٧٥٥	٥,٠١٠	٢,٧٤٦	٣,٧٥٤	١,٢٥٥	٠,٧٥٠
وادى فاطمة منطقة اللمبارك	١٨,٧٥	١٢,٢٥	١,٥٣١	٣,٢٥٠	٢,٥٠١	١,٨٧٥
منابع وادى حورة	٩,٢٥٠	٥,١٠٥	١,٨١١	١,٢٥٥	١,١١٠	٠,٧٧٠
وادى فاطمة شرق حرة يوجافا	١٤,٠٢٠	٨,٧٥٠	١,٦٠٢	٣,٣٠٠	٢,٥٢٠	١,١٢٥
وادى فاطمة منطقة الخيف	١٨,٢٥٥	١١,٠٥٢	١,٥٨٤	٢,٧٥٣	١,٥٥٦	٢,٥٠٠

يتضح من الجدول السابق ما يلى:

١- تتراوح أطوال المنعطفات بين ٤,١٢١ و ١٨,٧٥٠كم، ويتراوح عرض المنعطفات بين ٠,٧٥٥ و ٣,٧٥٤كم، ويتراوح نصف قطر التقوس بين ٠,٢٥٦كم و ٢,٥٠٤كم ويتراوح متوسط عرض الوادى بين ٠,١٧١ و ٢,٥٠٠كم وتراوحت قيمة معدل التقوس بين ١,٥٣١ و ٢,٩٧٩، وهى تقع داخل المعدل الذى وضعه كل من ليوبولد وولمان فى دراستهم عن المنعطفات النهرية. (Leopold & Wolman, 1960., p. 774).

٢- من دراسة العلاقة بين أبعاد المنعطفات جدول رقم (٤) تبين ما يلى:

أ- وجود علاقة ارتباط موجبة بين طول المنعطف وطول المحور حيث كانت



شكل (٦٣)

النمط المنعطف فى وادى فاطمة

قيمة معامل الارتباط ٠,٩٠٥ وتوجد علاقة ارتباط بين طول المنعطف ونصف قطر التقوس ٠,٩٥٢ ، وطول المنعطف ومتوسط عرض الوادى ٠,٨٣٣ ، وبين طول المنعطف وعرض المنعطف ٠,٧٣٨ ، كما توجد علاقة ارتباط موجبة بين طول المحور ونصف قطر التقوس ٠,٩٢٩ وطول المحور مع متوسط عرض الوادى ٠,٩٥٢ وعرض المنعطف وطول المحور ٠,٥٤٨ وعرض المنعطف ونصف قطر التقوس ٠,٧١٤ ، ونصف قطر التقوس ومتوسط عرض الوادى ٠,٧٣٨ .

ب- توجد علاقة ارتباط سالبة بين طول المنعطف ومعدل التقوس حيث كانت قيمة معامل الإرتباط -٠,٦٩٠ ، وبين طول المحور ومعدل التقوس- ٠,٩٠٤ ، ومعدل التقوس ونصف قطر التقوس٠,٧٥٨ ، ومعدل التقوس

ومتوسط عرض الوادى-٠,٩٠٤ .

ج- لا توجد علاقة ارتباط بين كل من معدل التقوس وعرض المنعطف، وبين عرض المنعطف ومتوسط عرض الوادى.

جدول (٤)

قيمة معامل الإرتباط بين أبعاد المنعطفات في وادي فاطمة

	طول المنعطف	طول المحور	معدل التقوس	عرض المنعطف	نصف قطر التقوس	متوسط عرض الوادى
طول المنعطف	-	+٠,٩٠٥	-٠,٦٩٠	+٠,٧٣٨	+٠,٩٢٥	+٠,٨٣٣
طول المحور	+٠,٩٠٥	-	٠,٩٠٤	+٠,٥٤٨	+٠,٩٢٩	+٠,٩٥٢
معدل التقوس	-٠,٦٩٠	-٠,٩٠٤	-	-٠,٠٧	-٠,٧٨٥	-٠,٩٠٤
عرض المنعطف	+٠,٧٣٨	+٠,٥٤٨	-٠,٠٧	-	+٠,٧١٥	+٠,٤٧٦
نصف قطر التقوس	+٠,٩٥٢	+٠,٩٢٩	-٠,٧٨٥	+٠,٧١٥	-	+٠,٧٣٨
متوسط عرض الوادى	+٠,٨٣٣	+٠,٩٢٥	-٠,٩٠٤	٠,٤٧٦	٠,٧٣٨	-

٣- يلاحظ أن المنعطفات توجد فى القطاع الأعلى والأوسط من مجرى وادى فاطمة صورة (٣٤).

٤- لا يوجد علاقة ارتباط واضحة بين وجود النمط المنعطف وتوزيع المراكز العمرانية وإن وجدت بعض القرى فى مناطق للمنعطفات النهرية كما هو الحال فى منعطفات وادى الشامية، وفى منعطف مجرى وادى فاطمة فى منطقة الخيف، فيلاحظ تركز القرى فى الجانب المحدب من المنعطف.

نشأة المنعطفات في وادي فاطمة:

يرى باركـــــر Parker أن تكون المنعطفات يرجع إلى عدة عوامل منها الحركة

الحلزونية Helicoidal للتيار، ونقل مواد القاع، ويتحكم فى ذلك طبيعة الصخور والبنية فى الأودية الصخرية.

ويرى جاكسون Jackson أن شكل قاع الودى Bed form وحجم مواد القاع Bed material size إلى جانب سرعة التيار نفسه Flow Velocity عامل أساسى فى تكوين المنعطفات.

ويرى صالح. (صالح، ١٩٨٥، ص١٧٢) تدخل الصخور الصلبة فى تكوين جوانب المنعطفات فى تكوين وتشكيل المنعطفات وإعطائها شكلها المميز لها حيث تعمل الحصائص المختلفة للصخور وظروفها البنيوية على مساعدة الظروف الأخرى فى تكوين المنعطفات، فتعمل أنظمة الفواصل والصدوع الصغيرة على توجيه حركة الجريان أو زيادة النحت على أحد الجوانب أو تغير إتجاه الوادى إلى مسار مختلف، ويساعد فى ذلك درجة صلابة التكوينات وسطوح الإنفصال فيها والمتداخلات المختلفة التى تؤدى إلى وجود رواسب معينة ذات أحجام قد تكون خشنة أو ناعمة مما يؤثر على حركة التيار ومن ثم تساعد فى نشأة مثل هذه المنعطفات.

الخاتمة

يشق وادى فاطمة مجراه خلال تكوينات چيولوچية ترجع إلى ما قبل الكمبرى والزمن الثالث، وتنتشر تكوينات الزمن الرابع داخل مجرى الوادى ولقد تأثرت المنطقة نظراً لقربها من البحر الأحمر بالصدوع المكونة له، وكذلك بالصدوع الإقليمية والمحلية والموازية لصدوع البحر الأحمر، وكانت لهذه الصدوع دور رئيسى فى تكوين أنماط المجارى المائية فى وادى فاطمة وخاصة فى القسم الأعلى والأوسط من الوادى.

ولقد تبين من الدراسة أن أنماط الأودية الرئيسية فى وادى فاطمة هى النمط المستقيم والمتعرج والمنعطف وقد تبين أن النمط المستقيم يرتبط بوجود الصخور النارية والمتحولة خاصة فى الجزء الأعلى من مجرى وادى فاطمة وروافده كما أوضحت الدراسة وجود ارتباط بين النمط المستقيم وخطوط الصدوع الرئيسية بالمنطقة.

كذلك أوضحت الدراسة وجود علاقة ارتباط بين معدل التعرج ودرجة الإنحدار ويرجع تكوين النمط المتعرج إلى تأثير عمليات الجريان السيلى الحالية، أو إلى وجود الجلاميد ووجود البرك والأكوام والتى تؤثر على تدفق المياه. ويمكن القول أن تعرج المجرى الرئيسى وروافده يرجع إلى زيادة معدلات الإنحدار فى القطاع الأعلى من مجرى الوادى وروافده، أما فى القطاع الأوسط والأدنى فيرجع إلى وجود الجلاميد والبرك والأكوام فى مجرى الوادى.

كما اتضح من الدراسة السابقة أن تكون المنعطفات النهرية فى وادى فاطمة يرجع إلى كل من الظروف البنيوية ونوع الصخور الأصلية، حيث عملت الفواصل والصدوع على توجيه حركة الجريان وزيادة النحت على أحد جانبى الوادى أو تغيير إتجاه المجرى إلى مسار مختلف ولقد تبين من دراسة العلاقة بين أنماط المجارى المائية وتوزيع المراكز العمرانية، أن المجارى ذات النمط المستقيم يكاد ينعدم وجود مراكز عمرانية بها بينما لا توجد علاقة بين توزيع المراكز العمرانية وكل من النمط المتعرج والمنعطف. ويتحكم فى

تحديد موقع المراكز العمرانية تأثير السيول، حيث تنتشر القرى فوق المرتفعات المحمية من فعل السيول ومن خير الأمثلة على ذلك قرية المضيق التى تقع على حوائط الوادى المرتفعة بعيداً عن مستوى أعلى سيل. كما يلاحظ وجود بعض المراكز العمرانية ذات مساحات محددة فى الجزء الأعلى من مجرى الوادى وروافده العليا نظراً لضيق عرض المجرى، بينما تنتشر المراكز العمرانية الكبيرة المساحة فى الجزء الأوسط والأدنى من مجرى الوادى.

المراجع

أولاً: المراجع العربية :

١ - اسماعيل، أحمد على، الحسينى، السيد السيد، (١٩٧٩):

«وادى فاطمة دراسة جغرافية» ، مجلة الخفجى ، العدد (٦) .

٢ - السرياني، محمد محمود، (١٤٠٩هـ):

«ملامح العمالة الزراعية فى وادى فاطمة» ، مركز بحوث العلوم الإجتماعية ومعهد البحوث العلمية وإحياء التراث الإسلامى، جامعة أم القرى.

٣ - الوليعى، عبد الله بن ناصر، (١٩٩٦):

«چيولوچية وچيومورفولوچية المملكة العربية السعودية» ، بحوث فى الجغرافية التطبيقية للمملكة العربية السعودية، الطبعة الأولى، الرياض.

٤ - بدوى، محمد نصر الدين، عامر، محمد عبد المجيد، (١٤٠٥هـ):

«الإستغلال الزرعى فى وادى فاطمة بمنطقة مكة المكرمة» ، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.

٥ - صالح، أحمد سالم، (١٩٨٥):

«حوض وادى العريش: دراسة چيومورفولچية» رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة القاهرة، قسم الجغرافيا.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

1- Al Jarash, M.A., (1989):

"Data for climatic water balance in Saudi-Arabia (1970-1986)". Sci. Pup. cent King Abdel Aziz Univ. Jeddah.

2- Al Shanti, A., (1966):

"Oolithic Iron or deposits in Wadi Fatma between Jaddah and Mecca, Saudi Arabia". Min. Res. Bulletin 2. Jeddah.

3- Chorley, R.J., (1977):

"Introduction to fluvial processes", Methuen & Co. Ltd., London.

4- Cooke, R.V., Warren, A. (1973):

"Geomorphology in deserts", London.

5- Gregory, K. J., (1977):

"River channels change", John Wiley & Sons, London.

6- Gregory, S., (1973):

"Statistical methods and the geographer", 3rd. edition. London.

7- Ibrahim, E.E., (1974):

"On recent Nile aggradition", Journal of Cairo University in Khartoum, Vol. 5.pp.1-13.

8- Ibrahim, E.E., (1974-1975):

"Channel patterns of the Nile in Lower Egypt", Bull. de la Soc. de Geog. d'Egypte, Tomes XIVII-XIVIII, pp. 129-151.

9- Ibrahim, E.E., (1980):

"Contribution to the geomorphology and water supply of Wadi

Fatma, Saudi Arabia", Bull. of Arab Research and studies, Vol. X, pp.111-131.

10- Katakura, M., (1977):

"Bedouin village", A study of Saudi Arabian people in Transition Univ. of Tokyo.

11- Leopold, L.B. and Wolman, M.G., (1957):

"River channel patterns, braided meandering and straight", U.S. Geol Survey, prof. paper 282.

12- Leopold, L.B. and Wolman, M.G., (1960):

"River meanders", Geol. Soc. Amer. Bull. 71. pp.769-794.

13- Leopold, L.B., Wolman, M.G. & Miller, J.P. (1946):

"Fluvial processes in Geomorphology" Free Man, London.

14- Moore, T.A. & Al-Rehaili, M. (1989):

"Geologic map of Makkah Quadrangle", Sheet 21D. King. of Saudi Arabia Minis. of Petr. and Min Res.

15- Moore, T.A. & AL Rehaili, M., (1989):

"Geo Logic Map of Makah Qadrangle" Sheet 21 D. King of Saudi Arabia Minis of Petr and Min Res.

16- Morisawa, (1968):

"Streams: their dynamic and morphology", New York.

17- Ritter, D.F., (1978):

"Process geomorphology", W.M.C. Bown Publishers, Dubuque Lawa.